

Année 2008

Thèse N° 38

**DENTINE ET COLLAGE DES
RECONSTITUTIONS
CORONORADICULAIRES**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

RAPHALEN Mathieu

Né le 24/08/1980

Le 14 octobre 2008 devant le jury ci-dessous :

Président : Monsieur le Professeur Olivier LABOUX

Assesseur : Monsieur le Docteur Dominique MARION

Assesseur : Monsieur le Docteur Yves AMOURIQ

Directeur de thèse : Monsieur le docteur François BODIC

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
1- RAPPELS SUR L'HISTOLOGIE DE LA DENTINE	6
1.1-introduction	7
1.2-les odontoblastes	8
1.3-la prédentine	8
1.4-la dentine	10
1.4.1-les couches périphériques	10
1.4.2-les dentines circumpulpaire	10
1.4.3-les canalicules	11
1.4.4-composition de la dentine non pathologique	13
1.5-la dentine tertiaire ou réactionnelle	13
1.6-la dentine sclérotique	13
1.7-dentine radiculaire et coronaire, différences	14
2-COLLAGE OU SCELLEMENT	15
2.1-définitions	16
2.2-les ciments de scellement	17
2.2.1-avantages	18
2.2.2-inconvénients	18
2.3-les ciments verres ionomères	20
2.3.1-avantages	20
2.3.2-inconvénients	21
2.4-les compomères	21
2.5-les matériaux de collage	21
2.5.1-avantages	22
2.5.2-inconvénients	22
2.6-conclusion	23
3-LES DIFFERENTS SYSTEMES ADHESIFS AMELODENTINAIRES	24
3.1-les classifications	25
3.1.1-la classification historique	25
3.1.2-la classification de Degrange	29

3.2-les M&R	30
3.2.1-les M&R 3	30
3.2.2-les M&R 2	31
3.3-les SAM	31
3.3.1-les SAM 2	31
3.3.2-les SAM 1	32
3.4-quel choix ?	32
3.5-les différents matériaux de collage pur et hybride	34
3.5.1-les colles	34
3.5.2-les ciments verres ionomères conventionnels	37
3.5.3-les ciments verres ionomères hybrides	38
3.5.4-les compomères	39
 4-LES FACTEURS INFLUENCANT LA REUSSITE DU COLLAGE DENTINAIRE	 41
4.1-les médications canalaires	42
4.1.1-l'hypochlorite de sodium	42
4.1.2-le peroxyde d'hydrogène	45
4.1.3-l'hydroxyde de calcium	46
4.1.4-le chloroforme	47
4.1.5-l'eugénol	48
4.1.6-la chlorhexidine	51
4.1.7-l'EDTA	52
4.2-le champ opératoire et la préparation des surfaces à coller	53
4.2.1-le champ opératoire	53
4.2.2-élimination des débris de préparation et mise en condition de la dentine	55
 5-LES DIFFERENTS TYPES DE RECONSTITUTIONS CORONORADICULAIRES	 57
5.1-les tenons préfabriqués ou anatomiques	59
5.2-critères de choix du tenon	60
5.3-les matériaux du tenon	60
5.4-les reconstitutions foulées et coulées	61
5.4.1-critères de choix	61
5.4.2-les reconstitutions foulées	61
5.4.3-les reconstitutions coulées	63

5.4.3.1-directes	63
5.4.3.2-indirectes	64
6-EXERIMENTATION	65
6.1-matériels et méthodes	66
6.2-observations	68
6.3-discussion	81
CONCLUSION	83

INTRODUCTION

De nos jours les matériaux de collage se développent d'une manière très importante. Ils présentent des indications de plus en plus nombreuses.

De nombreux dentistes se servent toujours des ciments au phosphate de zinc pour sceller leur tenon au niveau radiculaire, alors qu'il est reconnu aujourd'hui que leurs propriétés sont inférieures à celle des colles pour ce type d'utilisation. Un matériau idéal doit posséder des qualités supérieures aux phosphates de zinc dans plusieurs domaines (meilleure rétention, prévention des fractures et une meilleure étanchéité).

Les colles permettent une meilleure répartition des contraintes entre les tenons et la dentine. Elles diminuent le risque de fracture (on sait de nos jours que le tenon fragilise la racine, et ne renforce pas la dent). Il existe aussi des matériaux hybrides (les ciments verres ionomères hybrides et les compomères) qui peuvent être une alternative de choix.

Dans cette thèse nous montrerons l'importance prise par ces matériaux dans la pratique quotidienne.

Nous verrons que le protocole d'utilisation des colles est plus compliqué que celui des ciments conventionnels (ce qui peut expliquer que leur utilisation soit encore minoritaire de nos jours).

Nous ferons quelques rappels histologiques dans une première partie pour bien comprendre le principe du collage (de nombreuses études ont été réalisées au niveau microscopique).

Dans une autre partie nous comparerons les avantages et les inconvénients du collage et du scellement.

Puis nous verrons les différents systèmes adhésifs amérodentaires.

Nous étudierons aussi les facteurs qui peuvent influencer la réussite du collage (aussi bien technique que chimique).

Nous terminerons par une étude clinique sur un produit de collage : le CALIBRA.

1. RAPPELS SUR L'HISTOLOGIE DE LA DENTINE

1.1 Introduction (42)

La dentinogenèse résulte, pour l'essentiel, de la sécrétion et de la synthèse par les odontoblastes de protéines dont la plupart sont phosphorylées.

Ce processus se réalise grâce à des interactions épithéliomésenchymateuses entre composants matriciels et éléments minéraux.

La dentine est un tissu conjonctif minéralisé, traversé par des tubules renfermant les prolongements cellulaires des odontoblastes. Elle subira tout au long de la vie des remaniements qui auront une influence sur ses propriétés chimiques et mécaniques.

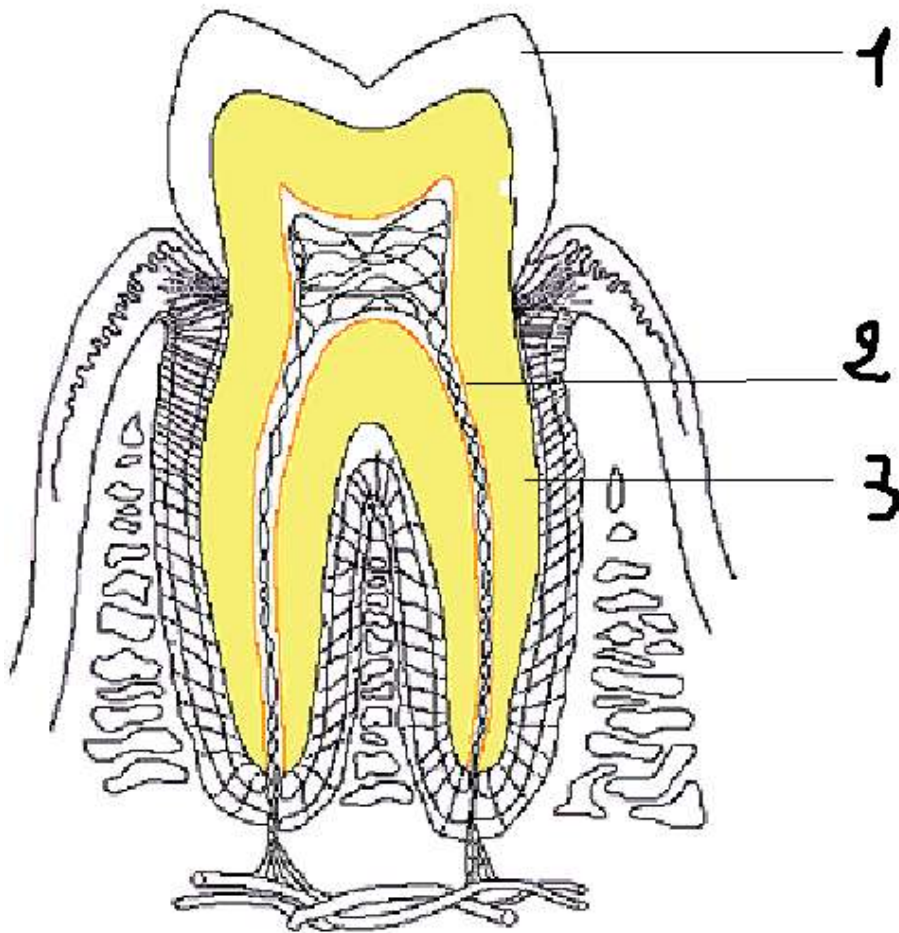


Figure 1 : schéma de la dent

Docteur Licht faculté chirurgie dentaire de Nantes

1 : émail 2 : dentine 3 : cément

1.2 Les odontoblastes

Ils sont impliqués dans la synthèse et la sécrétion de collagène, ainsi que dans la synthèse de protéines non collagéniques de la matrice extracellulaire.

1.3 La prédentine

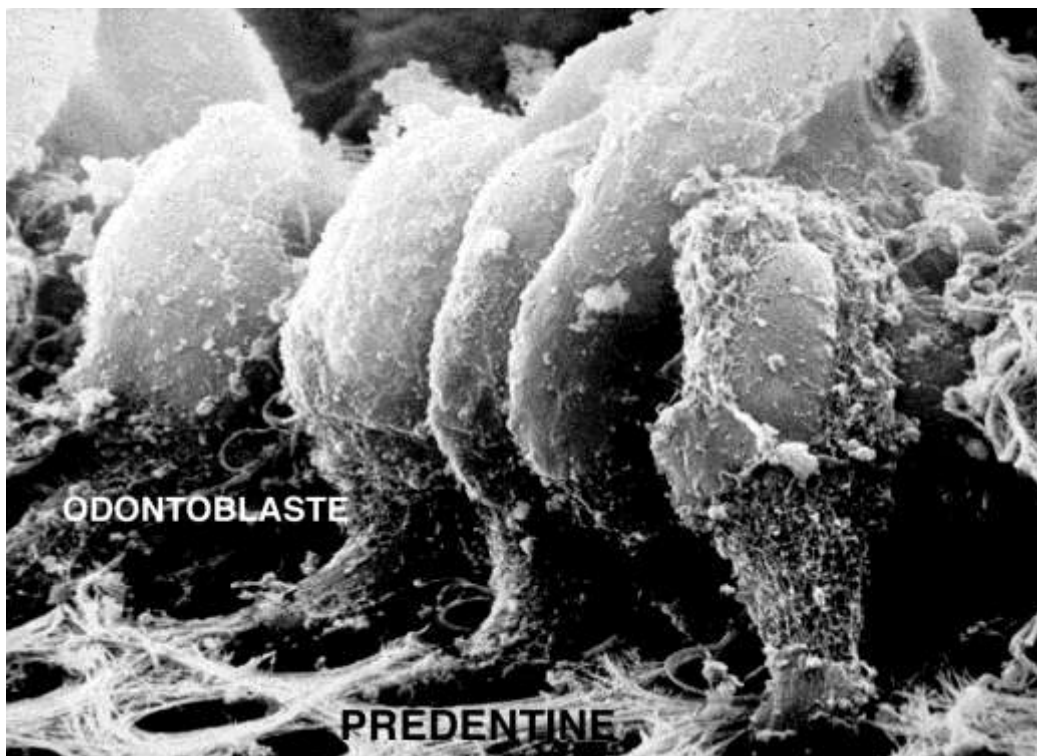
Elle correspond à la matrice organique dentinaire. Elle est composée de collagène (97% de type 1 et 3% de type 5, mais elle ne contient pas de collagène de type 3).

On y trouve aussi des phospholipides, de l'albumine et des protéoglycanes.

On note en outre des traces de calcium (0.4%). Elle mesure de 15 à 20 micromètres au niveau coronaire et est plus étroite au niveau radiculaire.

Il existe un front de minéralisation entre la prédentine et la dentine (de 0.5 à 2 micromètres).

C'est la minéralisation de cette prédentine qui va donner la dentine.



micromètres



Figure 2 : odontoblaste et prédentine sur une dent humaine en MEB
Professeur JEAN faculté de chirurgie dentaire de Nantes

La prédentine se trouve entre la pulpe et la dentine déjà minéralisée

1.4 La dentine

On trouve deux types de dentine :

- au niveau coronaire
- au niveau radiculaire

1.4.1 Les couches périphériques :

-le manteau dentinaire : c'est une couche de dentine dépourvue de canalicules qui est épaisse de 7 à 30 micromètres. Elle constitue la périphérie de la dentine coronaire.

-la couche hyaline de HOPEWELL-SMITH : elle prolonge le manteau dentinaire au niveau radiculaire. Elle aussi est dépourvue de canalicules.

-la couche granulaire de TOMES : elle se trouve en dedans de la couche hyaline. Elle est hypominéralisée, épaisse de 5 à 15 micromètres, et présente de fins canalicules sinueux.

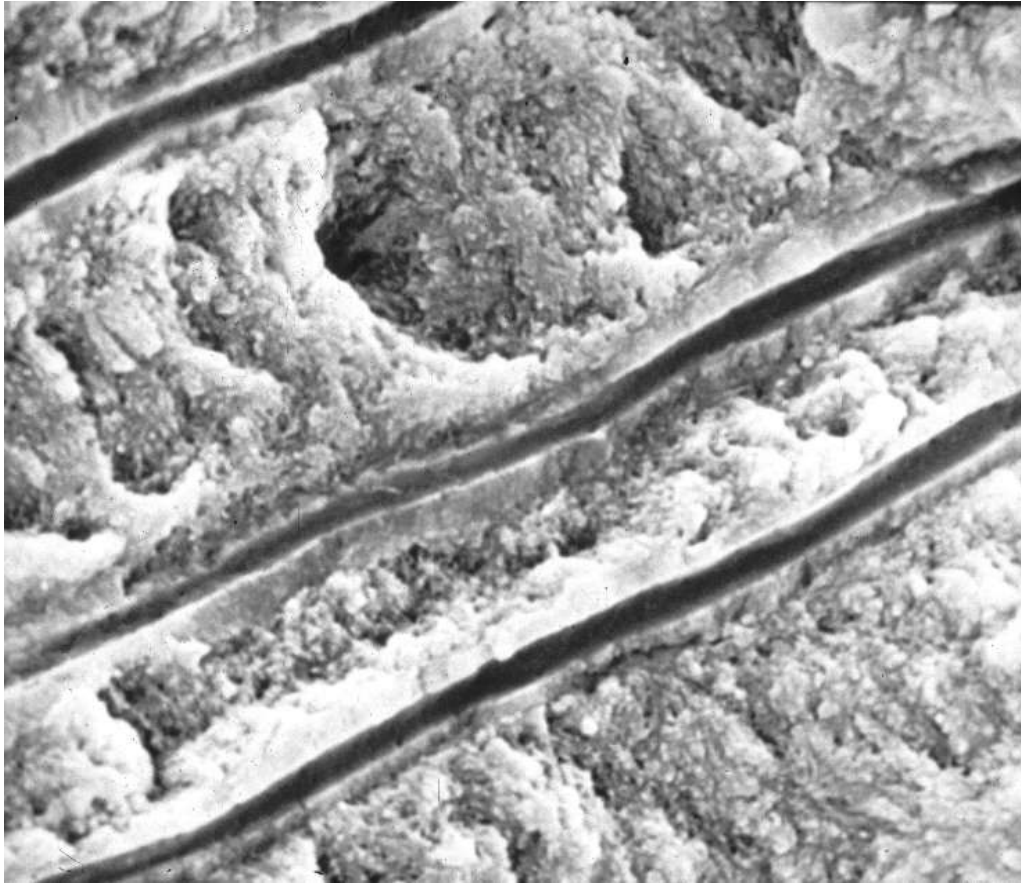
1.4.2 Les dentines circumpulpaire :

La prédentine se transforme en dentine primaire dès que les odontoblastes sont polarisés.

La formation de la dentine primaire s'achève avec la mise en fonction de la dent sur l'arcade.

Les odontoblastes contribueront plus tard à la formation de la dentine secondaire, qui se ralentira tout au long de la vie mais perdurera.

1.4.3 Les canalicules :



10 micromètres

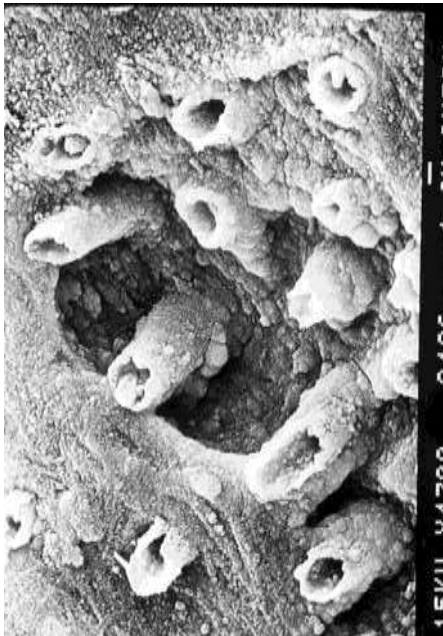
Figure 3 : les canalicules en MEB

Professeur JEAN faculté de chirurgie dentaire de Nantes

On en compte environ 20000 par mm³ dans la couche externe, 35000 dans la zone médiane et 55000 dans le tiers interne (au niveau radiculaire).

Les canalicules principaux ont un diamètre de 2 micromètres. Ce diamètre augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche de la pulpe.

Ce sont des gaines contenant les prolongements odontoblastiques. Entre ceux ci et les parois, c'est à dire dans l'espace périodontoblastique, on trouve un fluide dentinaire riche en protéoglycanes et en fibres de collagène non minéralisées.



10 micromètres



Figure 4 : les canalicules en MEB

Professeur JEAN faculté de chirurgie dentaire de Nantes

1.4.4 Composition de la dentine non pathologique :

Elle est composée de 70% de phase minérale, de 20% de matrice organique, de 10% d'eau.

La matrice organique est composée de 86 à 90% de collagène (surtout de type 1) et de 10% de protéines non collagéniques (phosphoprotéines dentinaires et sialoprotéines dentinaires).

1.5 La dentine tertiaire ou réactionnelle

Elle est produite par les odontoblastes lors d'agressions pulpaires. Elle ne se forme qu'en regard des canalicules touchés. En fait il s'agit de l'augmentation du processus de formation de dentine péritubulaire. Elle présente des dépôts irréguliers avec des fibres de collagènes d'orientation anarchique.

C'est un tissu fortement minéralisé qui permet de réduire la perméabilité dentinaire et donc de protéger la pulpe des agressions telles que la pénétration bactérienne.

Mais cela entraîne un problème pour le collage par la diminution du diamètre des canalicules, ce qui entraîne une moins bonne pénétration de la résine dans ceux-ci (car il y a une orientation anarchique des fibres de collagène au niveau de la couche hybride).

1.6 La dentine sclérotique

C'est l'oblitération progressive des canalicules par un contenu minéral très dense comparable à la dentine péritubulaire.

1.7 Dentine radiculaire et coronaire, les différences

La dentine radiculaire est moins minéralisée et les protéines phosphorylées y sont moins nombreuses.

Le diamètre des canalicules radiculaires est plus faible et leur densité par mm³ est moins importante.

On retrouve aussi plus de dentine sclérotique au niveau radiculaire qu'au niveau coronaire.

2. COLLAGE OU SCELLEMENT ?

2.1 Définitions

Scellement (5, 9, 17) :

Les ciments non adhésifs doivent assurer une rétention mécanique par simple microclavetage dans les anfractuosités de surface.

On peut aussi dire que le scellement résulte de la rétention après durcissement du ciment dans les rugosités du substrat.

La préparation doit donc avoir une forme qui limite les axes de désinsertion.

Adhésion (17) :

L'adhésion est l'ensemble des interactions qui contribuent à unir deux surfaces entre elles; cela regroupe les phénomènes d'ancrage mécanique dans les rugosités et les liaisons intramoléculaires entre adhésif et adhérent.

Collage (14, 17) :

C'est la liaison chimique de deux surfaces grâce à des liaisons intramoléculaires. Ces liaisons chimiques sont de deux ordres (17) :

- les liaisons fortes représentées par les liaisons covalentes et ioniques qui agissent sur de courtes distances (0.1 à 0.3 nm)

- les liaisons intermoléculaires représentées par les forces de VAN DER WAALS et les liaisons hydrogènes. Leur énergie est beaucoup plus faible que les précédentes mais elles agissent sur une distance plus importante (0.2 à 1 nm).

Les forces de VAN DER WAALS sont des phénomènes électrostatiques qui peuvent être à caractère polaire ou non polaire.

Les liaisons hydrogènes sont fortement polaires en raison de la faible taille de l'atome d'hydrogène.

2.2 Les ciments de scellement

Le scellement résulte uniquement d'une rétention mécanique. Cela impose donc une préparation rétentive pour assurer la tenue des pièces prothétiques.

On trouve dans les ciments de scellement de nombreux produits à base de phosphates de zinc (le crown and bridge®, le zinc cement-improved®) ou de polycarboxylates (durelon®).

Les ciments durcissent par une réaction acide/base (43). Il s'agit le plus souvent d'un mélange d'un liquide acide avec une poudre basique.

2.2.1 avantages (5)

Les ciments de scellement présentent un avantage important. Ils peuvent être utilisés en milieu humide. Ceci est primordial lorsque nous devons sceller une couronne avec une limite intrasulculaire (présence d'humidité non contrôlable).

Nous savons aujourd'hui que les ciments de scellement sont issus d'une réaction de prise acide/base qui implique un besoin d'eau pour amorcer la réaction. Mais un excès d'humidité est néfaste car il entraîne une dilution partielle des espèces ioniques et diminue les qualités mécaniques des ciments. On peut remédier à cela en mettant du ciment en excès. C'est cet excès qui subira l'effet néfaste de l'humidité.

On décrit habituellement un faible potentiel bactériostatique pour ces ciments.

Ces ciments présentent de plus une grande facilité d'utilisation (mélange poudre et liquide sans traitement préalable de la dent) qui compense leur temps de prise (9 minutes environ). Ce temps de prise présente un avantage certain lors du scellement de plusieurs pièces prothétiques en même temps. On peut en outre augmenter encore le temps de travail en utilisant une plaque refroidie.

Il faut aussi noter le bon recul clinique dans l'utilisation de ces ciments.

2.2.1 Inconvénients

Ils sont malheureusement assez nombreux. Ces ciments ne renforcent pas la racine lors du scellement des reconstitutions coronoradiculaires (contrairement aux colles). Mendoza (37) a d'ailleurs montré que, quel que soit le système adhésif choisi, la racine résiste mieux quand le tenon est collé que lorsqu'il est scellé.

Les joints scellés présentent une cohésion assez faible et ils sont donc relativement friables (43).

Mais on remarque que de nombreux praticiens ne sont pas encore persuadés de l'intérêt de coller leurs tenons plutôt que de les sceller (29). On note tout de même que 25% des praticiens utilisent encore les phosphates de zinc et 7% utilisent les polycarboxylates, c'est à dire que près de 35% des chirurgiens dentistes français utilisent des ciments de scellement conventionnels.



Ciment	Pourcentage
phosphates de zinc	25%
polycarboxylates	7%
Autres	68%

■ phosphates de zinc

■ polycarboxylates

Figure 5 : les différents modes d'assemblage des inlays-cores d'après GANTEL, ABOUDHARAM, DEJOU et BLANCHARD (29)

Les ciments sont peu étanches car ils sont dénués de propriétés adhésives (9).

En outre les préparations nécessaires pour l'utilisation des ciments sont très mutilantes.

Le joint dento/prothétique est à long terme très sensible à la dissolution (21).

2.3 Les ciments verres ionomères

Pour ces ciments on parle de scellement adhésif. On distingue deux types de CVI (5) :

- les CVI conventionnels (CVI) dont la réaction de prise se réalise uniquement par une réaction acide-base (parmi lesquels on peut citer : le ketacem®, le vivaglas®, le pr-scell®). Le pouvoir adhésif aux surfaces dentaires est obtenu grâce aux ions calcium (43).

- les CVI modifiés par adjonction de résine : Ou CVIMAR. La réaction de prise est de type acide-base à laquelle s'ajoute une réaction de polymérisation de type radicalaire (on peut citer : le relyx luting cement®, le fuji plus®, le fuji cem®). On parle de scellement adhésif. Ils ont un double potentiel d'adhésion aux surfaces dentaires : l'un de nature chimique (comme les CVI classiques), l'autre de nature micromécanique (comme les colles).

2.3.1 avantages

Tout comme les phosphates de zinc ils peuvent être utilisés dans des milieux humides. Le scellement au niveau des limites intrasulculaires est donc possible.

Les CVI sont très sensibles à l'eau ; c'est pourquoi de nos jours il y a adjonction d'un réseau résineux. En effet la réaction radicalaire permet une moins grande sensibilité de ces types de ciment au contact hydrique précoce (5).

Le temps de prise est de 10 à 15 minutes, et le temps de travail de 4 à 5 minutes.

Ces produits sont très faciles à mettre en œuvre (mélange poudre + liquide).

2.3.2 Inconvénients

Les CVI présentent les mêmes inconvénients que les phosphates de zinc (réaction acides-bases pour les deux). Il n'y a donc pas de prévention de la fracture (37).

Les propriétés des CVI sont nettement améliorées par les CVIMAR, même si il ne s'agit pas d'un collage à proprement parler.

Les préparations restent très mutilantes.

Le joint dento/prothétique est très sensible à la dissolution à long terme (20).

2.4 Les compomères

Il s'agit de colles composites hydrophiles (44). Ils possèdent les charges inertes d'un composite classique et les charges basiques réactives d'un CVI. Leur réaction de prise se fait uniquement par polymérisation (la réaction acide/base n'intervient qu'après durcissement pour permettre un relargage de fluor).

Ces compomères ne sont pas autoadhésifs et ils nécessitent des adhésifs amélo-dentinaire (avec les traitements de surface que cela implique).

2.5 Les matériaux de collage

Le matériau d'assemblage idéal doit posséder des propriétés supérieures au ciment phosphate de zinc et au polycarboxylates dans trois domaines (9) :

- la rétention
- la prévention de la fracture
- l'étanchéité

2.5.1 Avantages

Comme nous l'avons évoqué précédemment, MENDOZA (37) a montré que le collage réduit le risque de fracture radiculaire. Leur autre avantage est l'économie tissulaire par une moins grande nécessité de préparation rétentive (5).

A la différence des phosphates de zinc et des CVI le joint dento/prothétique réalisé par la résine semble mieux résister à la dégradation due à la dissolution dans le temps.

Il y a aussi un bénéfice esthétique car les propriétés optiques des colles sont une de leur qualité majeure.

2.5.2 Inconvénients

Les résines sont très sensibles à l'humidité lors de leur mise en place. Le préalable à toute procédure de collage est l'isolation du substrat à coller vis à vis de toute source d'humidité (51). L'utilisation de la digue est obligatoire chaque fois que cela est possible.

De plus le collage est opérateur dépendant (46). En effet selon les praticiens les résultats du collage peuvent varier énormément, du fait de la relative complexité du protocole comparé à celui du phosphate de zinc ou des CVI. Il faut préparer les surfaces à coller (plusieurs temps) et gérer l'humidité (nécessiter d'une digue) durant le temps de prise.

Contrairement aux CVI et phosphates de zinc, les colles n'ont aucun pouvoir bactériostatique.

2.6 Conclusion

On constate donc qu'il n'existe pas de ciment ou de colle qui réponde à toutes les situations cliniques. Chaque technique de fixation des prothèses présente des avantages et des inconvénients. Il faudra donc choisir notre matériau en fonction de la situation clinique et de la prothèse à fixer.

- pour une limite intrasulculaire il faudra choisir entre le phosphate de zinc et les CVIMAR.

- pour les limites juxta et supra gingivales, tous les produits sont utilisables.

- dans le cas de préparation multiples nous pourrons utiliser les différents produits, mais en faisant attention au protocole en cas de collage (difficile à respecter pour des piliers nombreux) et les CVI (leur temps de prise est long, mais leur temps de travail court).

Il faut noter que pour les reconstitutions corono-radiculaires, il n'y a pas de problème particulier à l'utilisation des colles proprement dites.

3. LES DIFFERENTS SYSTEMES ADHESIFS AMELO- DENTINAIRES

Le collage nécessite en général un conditionnement préalable des surfaces.

Les adhésifs amélo-dentinaire sont des biomatériaux d'interface. Ils servent à former un lien adhérent et étanche entre les tissus dentaires calcifiés et les biomatériaux d'assemblage.

L'efficacité de ces produits dépend essentiellement de leur mise en œuvre clinique, car les techniques adhésives s'avèrent très sensibles à la manipulation.

Les adhésifs doivent présenter plusieurs qualités :

- la biocompatibilité
- l'adhésion et l'étanchéité
- la pérennité
- simplicité et fiabilité de mise en œuvre

3.1 Les classifications

Elles sont au nombre de deux: une historique et une plus rationnelle.

3.1.1 La classification historique (14,15)

Cette classification est de nos jours purement commerciale. Nous allons tout de même l'exposer pour constater l'évolution historique de la dentisterie adhésive.

On peut distinguer sept générations différentes.

Première génération :

1952 à 1982. C'est la génération des pionniers.

Le premier brevet d'adhésif pour usage dentaire: LE SEVITRON, est déposé par un chimiste suisse. Il contenait un monomère réactif le di-méthacrylate de l'acide glycérophosphorique associé à un mode de chimio-polymérisation efficace en milieu acide.

BUOCONORE propose le premier le mordantage de l'émail.

Mais tout ceci reste confidentiel, on utilise encore les composites sans préparation préalable des surfaces à coller, d'où des échecs très nombreux. En effet les composites n'ont pas de potentiel adhésif aux surfaces dentaires. En outre leur rétraction de polymérisation de 6% explique la mauvaise qualité du joint périphérique et donc les échecs.

Deuxième génération :

1980 à 1985. La prise de conscience de la nécessité d'une interface entre le composite et les surfaces dentaires devient importante.

L'école japonaise innove par l'intermédiaire de TAKEYAMA qui introduit le monomère 4 META.

Aux USA et en Europe on voit apparaître une série d'adhésifs présentant tous une fonction terminale phosphate acide. Il n'y a pas de traitement préalable de la dentine avant leur application.

Les résultats restent insuffisants.

Troisième génération :

1985 à 1991. C'est le développement du concept du système adhésif.

La résine adhésive est couplée à plusieurs solutions appliquées préalablement pour stabiliser les boues dentinaires et faciliter leur mouillage et leur infiltration sur les parois cavitaires.

On distingue trois produits majeurs :

- le TENURE®
- le GLUMA BOND®
- le SCOTCHBOND 2®

Avec ces produits on note une augmentation importante des valeurs moyennes d'adhérence.

Quatrième génération :

Reconnaissance du concept de mordantage total. On mordance dans le même temps la dentine et l'émail.

Le mordantage permet au niveau de la dentine d'éliminer l'essentiel de la boue dentinaire et de déminéraliser sur quelques microns la surface. Le but est

de permettre à la résine adhésive de pénétrer dans les tubulis. Il s'agit d'une adhésion micro-mécanique.

Il y a plusieurs étapes :

- a) mordantage total
- b) mise en place du primer : permet de favoriser le mouillage et la pénétration de l'adhésif
- c) mise en place de l'adhésif proprement dit

On peut citer quelques produits :

- ALL BOND®
- OPTIBOND®
- SCOTCHBOND MULTIPURPOSE®

Cette génération (encore utilisée de nos jours) présente l'inconvénient d'être difficile à mettre en oeuvre (trois étapes).

Cinquième génération :

Milieu des années 1990.

On regroupe en un seul flacon le primaire et la résine adhésive. Il y a toujours un mordantage préalable à l'acide phosphorique.

Sixième génération :

C'est l'avènement de l'auto-mordantage.

On regroupe en un seul produit le mordantage et le primaire. L'agent de mordantage n'est plus un acide minéral ou organique classique, on exploite l'acidité de certains monomères qui sont capables de déminéraliser et infiltrer simultanément les tissus dentaires calcifiés.

Il n'y a donc plus de rinçage avant la mise en place de la résine adhésive et du composite.

On peut citer le CLEARFIL LINER BOND 2®.

Septième génération :

Ce sont les adhésifs tout en un.

Ces produits regroupent en un seul conditionnement les trois étapes du collage.

Ce sont des mélanges complexes qui contiennent des monomères hydrophiles à caractère acide et des monomères hydrophobes (indispensables pour obtenir une bonne réaction de polymérisation avec les matrices des composites).

Cette classification est purement commerciale comme l'explique DEGRANGE (14,15), car on trouve encore quatre générations sur le marché.

Il convenait donc de trouver une classification plus rationnelle.

3.1.2 la classification de DEGRANGE

DEGRANGE (14, 15) propose une classification non pas basée sur les générations mais sur les principes d'action des différents systèmes adhésifs et sur le nombre de séquence d'application.

Sa classification sépare les différents produits en deux grands groupes.

LES M&R :

Il faut un mordantage suivit d'un rinçage de la dent avant leur emploi.

On distingue deux sous-catégories dans ce groupe : celle nécessitant trois temps et celle nécessitant deux temps.

LES SAM :

Ils sont appliqués directement sur les surfaces dentaires sans traitement préalable. Cette classe regroupe tous les systèmes auto-mordançant.

On peut aussi la diviser en deux sous-catégories : celle nécessitant deux temps et celle nécessitant un seul temps.

Nous avons donc en tout quatre catégories :

- les M&R3
- les M&R2
- les SAM2
- les SAM1

Généralités :

Après fraisage les surfaces sont recouvertes d'une couche de boue formée par les débris. Cette couche se nomme la *smear layer*. C'est un amas d'hydroxyapatite, de protéines, et de bactéries. Quelque soit la procédure de collage aujourd'hui il faudra l'éliminer ou la stabiliser par un traitement acide.

3.2 LES M&R

Ce sont des produits qui nécessitent un mordantage préalable.

3.2.1 LES M&R3

Le traitement est réalisé en plusieurs étapes:

- le mordantage: on utilise le plus souvent de l'acide phosphorique (dont la concentration est supérieure à 20%). Le temps d'application est de 30 secondes sur l'émail et de 15 secondes sur la dentine l'émail et la dentine.

Cette attaque acide élimine l'essentiel de la *smear layer*, ouvre les orifices tubulaires et déminéralise superficiellement.

La zone de dentine traitée présente un quart de collagène et trois quart d'eau.

La surface est donc hydrophile. Ce qui pose un problème pour infiltrer une quantité suffisante de monomère méthacrylique hydrophobe, nécessaire à une bonne co-polymérisation avec le matériau de restauration.

- le primaire: il joue un rôle très important, il permet de maintenir poreux le réseau de collagène ou de permettre sa ré-expansion. Ces primaires contiennent de l'eau, des monomères hydrophiles et des solvants organiques.

- la résine adhésive: pénètre les tubules et s'infiltré dans les canaux du réseau protéique inter et péri-tubulaire.

- la couche hybride: est le résultat des 3 étapes précédentes.

3.2.2 LES M&R 2

Le traitement ne comporte que deux séquences après mordantage. Ces M&R2 sont composés de monomères hydrophiles, de monomères hydrophobes, de solvants, des charges et des amorceurs de polymérisation. La mise en œuvre est plus rapide que pour les M&R3 car il n'y a que deux étapes, mais elle est plus délicate car un excès d'humidité empêche la formation d'un joint adhésif continu. On parle de sur-mouillage. A l'inverse si le séchage est trop important on entraîne le collapsus des fibres de collagènes et on empêche donc la pénétration des produits dans les tubulis. Il est donc difficile d'obtenir des conditions idéales avec les M&R2, du fait de la gestion de l'humidité.

3.3 LES SAM

Ils présentent tous de l'eau, nécessaire pour activer le potentiel d'ionisation des monomères fonctionnels acides qu'ils contiennent. Les monomères acides déminéralisent et infiltrent à la fois l'émail et la dentine.

La boue dentinaire n'est donc pas totalement éliminée mais infiltrée.

La zone hybride contient donc des protéines de la boue et de la dentine. Elle est plus importante en épaisseur que celle formée après attaque à l'acide phosphorique (mordantage). On distingue deux types de SAM :

3.3.1 LES SAM 2

Dans ce cas on applique en premier lieu un primaire acide qui déminéralise et infiltre simultanément les tissus dentaires calcifiés. Après évaporation de l'eau qu'il contient par séchage, il est recouvert d'une résine hydrophobe.

3.3.2 LES SAM 1

Ils réunissent en un seul produit le mordantage, le primaire et l'adhésif. Ces produits associent de l'eau, des monomères hydrophiles, des solvants, et des monomères hydrophobes.

3.4 Quel choix ?

On sait que la qualité du mordantage est le principal facteur influençant la valeur de l'adhésion à l'émail. Donc au niveau de l'émail la rétention est moins bien assurée par les SAM qu'avec les systèmes M&R qui proposent un mordantage préalable.

Au niveau de la dentine il est conseillé de ne pas prolonger le temps de contact de l'acide phosphorique au delà de 15 secondes, sinon l'infiltration complète de la zone dentinaire déminéralisée est plus aléatoire.

Au niveau dentinaire les SAM entraînent une couche hybride importante. Il est donc utile de réaliser les préparations avec des fraises à grains fins pour éviter une trop grosse épaisseur de boue dentinaire et par la même de la couche hybride.

Après ces quelques rappels nous allons voir les avantages et les inconvénients de chaque système.

Les SAM

La suppression du rinçage permet bien sûr un gain de temps. L'absence de mordantage préalable évite aussi certains désagréments tels que les brûlures chimiques des tissus buccaux ou le saignement d'un parodonte inflammatoire (pas de rinçage donc pas de contamination par le sang ou le fluide gingival).

Les SAM réduisent la sensibilité postopératoire (en évitant les variations de pression intra pulpaire et en infiltrant toute la dentine déminéralisée).

En outre on ne se pose plus la question de l'humidité liée au rinçage et au séchage.

Mais ces systèmes ne donnent pas un collage équivalent à celui des M&R au niveau de l'émail (par contre ils sont très performants au niveau dentinaire).

LES M&R

De nos jours ils sont toujours les plus efficaces au niveau amélaire (grâce à l'action de mordantage et la formation de micro rétentions).

Actuellement ce sont les M&R3 qui présentent les meilleurs résultats, mais malheureusement la mise en œuvre est plus longue et plus compliquée qu'avec les SAM.

Le choix

Il n'existe pas de produit miracle. Le choix du bon produit se fait en fonction des situations cliniques et de nos compétences (bien connaître les protocoles).

Le désavantage des SAM (adhérence insuffisante à l'émail) peut être en partie compensé par un mordantage préalable de l'émail (mais on perd alors une grande partie de leur intérêt, car nous serons obligé de rincer).

En outre contrairement aux idées reçues les M&R ne sont pas moins efficaces au niveau de la dentine (16).

Il faut en fait posséder les deux solutions dans son arsenal thérapeutique :

- pour les restaurations des secteurs antérieurs on aura tendance à utiliser les M&R pour leurs capacités d'adhérence à l'émail.

- Par contre à chaque fois que le risque de contamination des fluides buccaux est élevé , ou que le risque de sensibilité dentino-pulpaire est conséquent , on choisira un système automordançant.

3.5 Les différents matériaux de collage pur et hybride

On distingue différents matériaux de collage :

- les colles proprement dites
- les ciments verres ionomères conventionnels
- les ciments verres ionomères modifiés par de la résine
- les compomères

3.5.1 Les colles (12)

Elles sont formées de dérivés méthacrylates auxquels peuvent s'ajouter des charges minérales. Leur prise résulte d'une polymérisation par amorçage chimique ou photochimique. La différence entre les résines destinées aux obturations de cavités et celles destinées au collage est leur viscosité (celles destinées au collage sont plus visqueuses par l'adjonction de diluants et par la taille et la nature des charges).

Nous pouvons citer quelques exemples:

-le variolink®



Figure 6 : photographie coffret Variolink®

-le superbond®



Figure 7 : photographie coffret superbond®

-le panavia®

La matrice :

Elle est composée de macromolécules (monomères) possédant des groupements réactifs avec l'hydroxyapatite ou les groupes amines (NH_2), carboxy COOH), et hydroxy(OH) du collagène dentinaire.

Quelques exemples de monomères (4, 44):

- le Bis-GMA (dans le Variolink 2, le Panavia)
- le méthacrylate de méthyle (super bond)
- le 10-méthacryloyloxydécyl dihydrogène phosphate (Panavia)

Les charges :

Elles sont formées de particules de verres borosilicates et aluminosilicates de baryum, de strontium, de zinc ou de lithium. L'augmentation du rapport volumique charges/matrices a pour effet de réduire le taux de retrait de polymérisation de la matrice organique, mais induit une augmentation importante de la viscosité.

L'union des charges à la matrice est indispensable pour assurer la cohésion du matériau.

La polymérisation :

Il s'agit de la formation d'un polymère par réaction en chaîne des monomères.

Les monomères vont former des réseaux tridimensionnels.

L'amorçage de la réaction se fait par décomposition photochimique ou redox d'un initiateur.

On distingue trois types de polymérisation (8):

- une polymérisation pure (colle mono composant)
- une polymérisation chimique
- une double réaction, chimique et photonique (polymérisation duale)

La composition des différents types de colle et des matériaux hybrides (8) :

On admet de nos jours l'existence de trois types de colle:

- les colles sans potentiels adhésif: elles requièrent des traitements de surface et l'emploi d'agents de couplage (variolink®, calibra® ...)
- les colles possédant un potentiel adhésif : elles possèdent des monomères fonctionnels mais requièrent des traitements de surface (panavia®, superbond®...)
- les colles auto-adhésives : elles ne requièrent aucun traitement préalable (maxcem®, k multilink sprint®, biscem®)

3.5.2 Les ciments verres ionomères conventionnels (34)

Leurs propriétés physico-chimiques sont inférieures à celles des colles proprement dites.

Il s'agit en fait d'un scellement adhésif.

La composition :

Ils sont composés de deux constituants:

- une poudre de verre d'alumino-silicate de calcium, de fluorure de calcium, de sodium et d'aluminium.
- une solution polyacide contenant : 50% d'eau, de l'acide tartrique, des polymères (les acides polyacrylique, maléique, polycarboxylique), et de l'oxyde de baryum (radio-opaque).

La prise :

Il s'agit d'une réaction acide/base. La prise résulte de la réaction entre les particules de verre et le polyacide.

3.5.3 Les ciments verres ionomères hybrides (30)

Ce sont des CVI modifiés par l'adjonction de résine : les CVIMAR

On peut citer un exemple :

- le fuji plus®



Figure 8 : photographie coffret fuji plus®

La composition :

Une partie de l'eau contenue dans les CVI est remplacée par des monomères acryliques hydrophiles (2-hydroxy-éthyl-méthacrylate). Mais on peut trouver d'autres esters méthacryliques hydrophiles comme l'éthylène-glycol ou le Bis-GMA.

L'ajout de cette trame résineuse va améliorer les propriétés mécaniques (cohésion) des CVI (34).

Ces CVI conventionnels sont très sensibles à l'humidité. L'ajout de la trame résineuse permet une protection de la réaction acide/base par la réaction de polymérisation.

Ces CVI hybrides ont des valeurs d'adhésion et des propriétés mécaniques inférieures aux colles.

La réaction de prise :

Elle comporte deux phénomènes :

- une réaction acide/base
- une réaction de polymérisation des monomères HEMA

3.5.4 Les compomères

Il s'agit d'un matériau moins utilisé de nos jours du fait de sa difficulté de mise en œuvre.

La composition chimique:

Ce sont des colles composites hydrophiles.

Ils sont composés de monomères résineux à groupements méthacryliques et de monomères carboxyliques.

Leurs charges contiennent des verres alumino-silicates capables de libérer des fluorures (44).

La réaction de prise:

Elle est consécutive à la polymérisation des monomères. Leur réaction de prise initiale est quasiment identique à celle des colles.

La réaction acide/base entre les charges et les polyacides carboxyliques ne survient qu'après polymérisation de la matrice organique, par hydratation secondaire du matériau dans le milieu buccal.

4. LES FACTEURS INFLUENCANT LA REUSSITE DU COLLAGE DENTINAIRE

De nombreux facteurs peuvent influencer la réussite du collage dentinaire, comme les produits de médication canalaire, le champ opératoire, la préparation des surfaces à coller, ou la gestion de l'humidité.

4.1 Les médications canalaires

Elles sont très nombreuses, nous ne les évoquons pas toutes mais nous essaierons de parler des plus communes.

4.1.1 Le clONa (hypochlorite de sodium)



Figure 9 : photographie, exemple de préparation commerciale d'hypochlorite de sodium

Il s'agit d'un produit oxydant et hydrolysant. Il est bactéricide et protéolytique (mais cela dépend de sa concentration).

On l'utilise pour le lavage des plaies depuis 1915 et pour l'irrigation endodontique depuis 1920 (7).

Il s'agit du produit de rinçage des canaux le plus utilisé par les praticiens.

Nous avons un très bon recul clinique car il est utilisé depuis très longtemps.

Son pouvoir bactéricide n'est plus à prouver, il possède un grand pouvoir de dissolution des tissus organiques (11).

En 2003 ARI et collaborateurs (3) ont réalisé une étude sur l'influence du clona sur le collage. Ils ont pris 60 dents (monoradiculées) qu'ils ont divisées en 8 groupes :

- groupe 1: irrigation au clona 5% et collage de la RCR au C&B metabond®

- groupe 2: irrigation au clona 5% et collage au Panavia F®

- groupe 3: irrigation au clona 5% et collage au Variolink 2®

- groupe 4: irrigation au clona 5% et collage au Rely-X®

- groupes 5, 6, 7 et 8 irrigation à l'eau et utilisation des mêmes résines

Leurs résultats sont tout à fait significatifs, l'auteur note une diminution de l'adhésion pour toutes ces résines quand il y a une irrigation au clona 5%.

Pour le Panavia F® et le Variolink 2® l'adhésion est divisée par deux.

Pour le C&B Metabond® et le Rely-X® la perte d'adhésion est beaucoup moins importante mais tout de même significative.

Materiau utilisé	n	Sans NaOcl (Mpa)	Avec NaOcl (Mpa)
metabond	10	27.7+/-5.9	22.6+/-3.9
Panavia F	10	20.1+/-7.4	10.6+/-6.6
Variolink 2	10	19.3+/-4.8	8.5+/-2.5
Rely-x	10	16.8+/-4.9	16.6+/-6.4

Figure 10 : valeurs de l'adhésion à la dentine en présence ou absence d'irrigation au clONa d'après Ari et collaborateurs (3)

En outre ils constatent qu'avec une irrigation à l'eau (pour avoir un contrôle), le C&B Metabond® donne de meilleurs résultats en terme d'adhésion que les trois autres (qui ont sensiblement les mêmes résultats tous les trois).

Quand on irrigue au clONa le C&B Metabond®, il ne perd pas ses qualités adhésives, contrairement au Panavia® et au variolink®. Le Rely-X® garde sensiblement les mêmes valeurs d'adhésion qu'avec l'irrigation à l'eau.

MORRIS et coll (38) avaient réalisé une étude comparable.

Ils trouvent eux aussi une grande perte d'adhésion du C&B metabond® avec une irrigation au clona (entre le clONa 0.9% et le 5% ils notent une adhésion divisée par trois).

Mais ils ont aussi montré qu'en utilisant de l'acide ascorbique après le clona on retrouve des résultats d'adhésion identiques aux contrôles.

En effet on constate qu'il existe des artifices pour annuler l'effet néfaste du clona sur le collage, comme l'acide ascorbique et le sodium ascorbate. Le ph à 4 de l'acide ascorbique neutralise les résidus de clONa.

groupes	traitement	Valeur adhésion (Mpa)
1	0.9% NaOcl	23.6+/-4.5
2	5% NaOcl	7.7+/-4.6
3	RC-prep	14.0+/-4.6
4	0.9% NaOcl+ acide ascorbique	25.9+/-3.9
5	5% NaOcl+acide ascorbique	27.7+/-4.5
6	5% NaOcl+sodium ascorbate	30.6+/-3.7
7	RC-prep+ascorbic acid	21.1+/-4.8

Figure 11 : valeurs de l'adhésion en fonction du traitement subi par la dentine d'après Morris et coll (38)

En 2004 Ali Erdemir et coll (24) montrent eux aussi que l'adhésion diminue avec l'utilisation du clona.

control	chlorhexidine	NaOcl	H2O2	NaOcl+H2O2	formocresol	Caoh
13.10	18.20	8.51	8.59	8.39	11.45	11.39

Figure 12 : valeurs de l'adhésion à la dentine en fonction des différentes solutions d'irrigation et d'agents antimicrobiens d'après ERDEMIR et coll (24)

4.1.2 L'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène:



Figure 13 : photographie préparation commerciale d'eau oxygénée

Sa formule est la suivante : H_2O_2

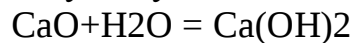
Elle fut isolée la première fois en 1848 par Louis Jacques Thénard en faisant réagir du peroxyde de baryum et de l'acide nitrique. Elle est utilisée en tant qu'antiseptique local depuis longtemps. En usage dentaire on peut aussi l'utiliser pour le blanchiment des dents sous forme de peroxyde de carbamide.

Elle possède un pouvoir effervescent qui permet d'éliminer mécaniquement les débris et les microorganismes.

Ali Erdemir et coll (24) réalisent une étude sur 40 dents en comparant l'effet de l'eau et de l'eau oxygénée sur l'adhésion. Ils remarquent que l'adhésion diminue en présence de traces d'eau oxygénée (tout comme pour le ClONa). Ils ont réalisé leur étude avec du C&B Metabond®.

4.1.3 L'hydroxyde de calcium

L'hydroxyde de calcium est obtenu par hydratation de la chaux vive:



L'hydroxyde de calcium est généralement utilisé lors des pulpotomies, en pansement temporaire des traitements endodontiques, et dans les techniques d'apexogénèse et d'apexification.

Ali Erdemir et coll (24) ont montré que le Ca(OH)_2 affecte très peu les résultats de l'adhésion (enlevé au spray d'air pour qu'il n'y ait pas d'interférence avec les solutions d'irrigation).

L'hydroxyde de calcium n'entraîne, à priori, pas de problème dans les procédures de collage.

Il est possible de l'éliminer grâce à une combinaison d'EDTA et de ClONa .

4.1.4 Le chloroforme

Sa formule est la suivante: CHCl_3

Il a été découvert la première fois en 1841 par Eugène Soubeiran et Justus von Liebig. Il était jadis utilisé comme anesthésique dans les blocs opératoires. De nos jours on l'utilise encore comme solvant. Il est très efficace et les vapeurs qu'il dégage en endodontie sont négligeables (13).

Ali Erdemir et coll (25) en 2004 réalise une étude sur trente dents.

Ils réalisent deux groupes :

- groupe 1: irrigation à l'eau distillée

- groupe 2: irrigation au chloroforme

Le collage est réalisé au C&B Metabond®. Ils constatent que l'adhésion diminue sensiblement avec le chloroforme (mais beaucoup moins qu'avec le ClONa).

GROUP	COURONNE	MILIEU	APICAL	TOTAL
control	23.8+/-6.8	24.0+/-7.2	24.0+/-6.0	23.9+/-6.5
chloroforme	18.2+/-6.4	18.2+/-5.7	18.4+/-4.0	18.3+/-5.4

Figure 14 : valeurs de l'adhésion à la dentine (en Mpa) traitée avec du chloroforme d'après Erdemir et coll (25)

4.1.5 L'eugénol

Il s'agit d'une huile essentielle issue du clou de girofle. Il est originaire de la partie sud des philippines et des îles moluques. Il est utilisé depuis très longtemps pour soulager les maux digestifs et dentaires.

Les mandarins chinois l'utilisaient dès 250 avant JC pour parfumer leur haleine avant de parler à l'empereur. Depuis l'eugénol sert énormément en usage dentaire. En effet il présente de nombreuses propriétés intéressantes (35) :

- effet anesthésique local (en inhibant la conduction nerveuse)
- effet anti-inflammatoire
- effet antibactériens
- effet sur la dentinogénèse

En 2001 Ngoh et coll (40) réalisent une étude pour voir l'influence de l'eugénol sur les résines.

Ils prennent 18 canines extraites qu'ils préparent et obturent avec un ciment contenant de l'eugénol. Ils réalisent une préparation pour une RCR, ils mordancent à l'acide citrique 10% et collent au C&B Metabond®.

Ils constatent une perte d'adhésion entre le groupe témoin sans eugénol et le groupe avec eugénol (la perte est d'environ 30% malgré le mordantage).

Mais ils notent tout de même que l'utilisation de l'EDTA, de l'alcool, du chloroforme (à comparer à l'étude précédente qui disait le contraire) ou de l'acide phosphorique à 37% améliore l'adhésion.

Le résultat de l'étude est que l'eugénol entraîne une diminution de l'adhésion des résines.

localisation	avec eugenol (Mpa)	Sans eugenol (Mpa)
cervical	13.6+/-6.1	18.1+/-6.0
milieu	14.8+/-3.9	17.3+/-4.3

Figure 23 : valeurs d'adhésion du C&B Metabond® à la dentine d'après Ngoh et coll (40)

En 2006 Alfredo et coll (2) réalisent une étude sur l'influence du ciment à base d'eugénol sur les matériaux de collage des RCR.

Ils prennent 24 canines qu'ils divisent en quatre groupes :

- groupe 1: ciment eugénol et résine
- groupe 2: ciment eugénol et phosphate de zinc
- groupe 3: pas de ciment eugénol et résine
- groupe 4: pas de ciment eugénol et phosphate de zinc

Pour les résines, les dents sont traitées à l'acide phosphorique, puis il y a la mise en place du matériau de collage. Ils constatent que l'eugénol diminue beaucoup l'adhésion malgré le mordantage à l'acide phosphorique.

Dans le même temps ils notent que la présence d'eugénol n'a par contre aucune influence sur les ciments au phosphate de zinc.

CIMENT	ENDOFILL+GUTTA PERCHA (N)	GUTTA PERCHA SEULE (N)
ENFORCE	101.5+/-17.5	168.2+/-66.8
PHOSPHATE DE ZINC	364.5+/-53.3	342.4+/-80.3

Figure 24 : valeurs de la force nécessaire pour disloquer le tenon de la racine en présence de différents modes d'obturation d'après Alfredo et coll (2)

En 1998 Schwartz et coll (48) réalisent une étude sur l'effet des ciments avec et sans eugénol sur le collage des RCR.

Leur étude repose sur 60 canines extraites traitées et obturées.

On retrouve les mêmes groupes que dans l'étude précédente :

- groupe 1: pas d'eugénol et phosphate de zinc
- groupe 2: pas d'eugénol et résine
- groupe 3: eugénol et phosphate de zinc
- groupe 4: eugénol et résine

Ils constatent eux aussi une perte d'adhésion en présence d'eugénol pour les résines.

Tjan et coll (50) trouvaient déjà les mêmes résultats en 1992.

Tous les auteurs s'accordent pour dire que l'eugénol entraîne une perte d'adhésion des résines.

De nos jours il paraît difficile de se passer d'eugénol et du collage. On peut donc se demander quels sont les moyens d'éliminer au maximum les effets néfastes de celui-ci :

- les ultras sons (permettent uniquement d'éliminer les particules macroscopiques et non pas microscopiques)
- la ponce (permet d'éliminer une grande partie des particules microscopiques mais pas la totalité)
- l'éthanol [donne des résultats presque parfaits car l'eugénol est soluble dans celui-ci (50)]
- l'acide phosphorique est lui aussi très efficace (36 et 50)
- la chlorhexidine utilisée sur une boulette de coton imbibée est elle aussi très efficace (28)

4.1.6 La chlorhexidine

Elle est fortement antibactérienne et possède une rémanence importante, à la concentration de 2%. Son activité antibactérienne est supérieure à celle du clONa mais malheureusement son action de dissolution des tissus est extrêmement faible (7, 11). Dans l'absolu il faudrait utiliser le clONa et la chlorhexidine en alternance pour avoir le meilleur effet antibactérien possible (23).

Ali Erdemir et coll (24) ont montré en 2004 l'action de la chlorhexidine dans une de leur étude qui portait sur 40 dents extraites. Ils ont comparé l'action

du clONa, de l'eau oxygénée, du fomocrésol et de la chlorhexidine sur l'adhésion des résines.

control	chlorhexidine	NaOcl	H2O2	NaOcl+H2O2	formocresol	Caoh
13.10	18.20	8.51	8.59	8.39	11.45	11.39

Figure 17 : action du clona, de l'eau oxygénée, du formocresol et de la chlorhexidine sur l'adhésion des résines d'après Erdemir et coll (24)

Ils notent une moins bonne adhésion que sur les dents témoins en présence d'eau oxygénée, de formocresol et de clona. A l'inverse ils trouvent que l'adhésion est meilleure avec la chlorexidine qu'avec le groupe de contrôle.

Pour eux le meilleur irrigant canalaire est la chlorexidine car elle n'entraîne pas d'interférence avec le protocole de collage (du point de vue du collage et non pas de la désinfection).

Ils s'appuient pour cela sur une étude de 1994 de Jeansonne et collaborateurs (33) qui comparait l'effet antibactérien de la chlorexidine 2% et du clONa 5%.

D'autres études montrent elles aussi que la chlorexidine permet de potentialiser le collage (28).

4.1.7 L'EDTA :

Il sert à chélater les ions calcium de l'hydroxyapatite et dissoudre ainsi la composante minérale de la *smear layer* endodontique.

On le trouve intégré à des produits tels que le GLYDE® (15% d'EDTA +peroxyde de carbamide). En alternant le glyde et le clONa on obtient une effervescence très importante et de longue durée à action antiseptique (7).

L'EDTA permet une préparation parfaite des parois canalaires pour la mise en place du ciment qui pourra alors pénétrer les tubulis (11). C'est une bonne chose pour le collage car les tubulis seront alors libérés (la difficulté sera d'éliminer le ciment contenant de l'eugénol).

4.2 Le champ opératoire et la préparation des surfaces à coller

4.2.1 Le champ opératoire (51)

Lors de la réalisation du collage il est indispensable d'isoler le champ opératoire des contaminations externes (salive, sang, etc ...). Le meilleur moyen de protection est bien entendu l'utilisation de la digue. Dans certains cas où sa pose est impossible, on utilisera une bonne aspiration et des rouleaux de coton. Il faut absolument éviter les contaminations externes pour avoir une bonne pérennité de notre collage (éviter les infiltrations). Il existe différents types de digues.



Figure 18 : photographie des différents clamps pour une digue



Figure 19 : photographie de présentation de la digue



Figure 20 : photographie d'une mini-digue

On peut aussi citer comme moyen utilisable :

- les rouleaux de coton
- les digues liquides (aide à la parfaite herméticité des digues, le joint entre la digue et la dent est encore meilleur)
- les minidigues

Le problème principal est donc une bonne gestion de l'humidité.

Il est difficile et néfaste de sécher complètement la dentine à cause du fluide canaliculaire (51). Il vaut donc mieux utiliser des adhésifs à base d'acétone sur dentine humide car leur adhésivité est plus importante qu'avec les adhésifs à base d'eau.

Par contre l'adhésion à l'émail ne semble pas être affectée par la présence d'humidité pendant la procédure de collage (humidité résiduelle).

Au niveau de la dentine c'est différent. En effet les résultats au cisaillement sont meilleurs avec un adhésif contenant de l'eau sur une dentine sèche, alors qu'ils sont meilleurs avec un adhésif contenant de l'acétone sur une dentine humide.

Une petite quantité d'eau est nécessaire. Cette humidité empêche le collapsus des fibres de collagène de la dentine mordancée, ce qui permet la pénétration des monomères de résine.

Le choix de l'adhésif est très important pour la réussite du collage dentinaire. En cabinet il est donc souhaitable d'avoir un adhésif contenant de l'eau et un contenant de l'acétone pour faire face à toutes les situations cliniques.

4.2.2 Elimination des débris de préparation et mise en condition de la dentine

Lors de la préparation du logement de tenon, de nombreux débris sont formés (débris de pâte d'obturation, de gutta, de dentine).

La difficulté lors de la réalisation d'un collage est l'élimination complète de ces débris. On ne peut pas les enlever complètement uniquement avec une irrigation à base de clona (qui est en outre néfaste au collage) ou de chlorexidine.

On finit bien entendu par un mordantage acide afin de créer des microrétentions pour une meilleure pénétration des tag de résine.

Il est nécessaire d'éliminer la boue dentinaire, les débris des murs dentinaires, et des tubules avant tout protocole de collage (49).

Certains auteurs (49) proposent donc d'irriguer au clONa, puis à l'EDTA puis encore une fois au clona, enfin ils utilisent pour finir un traitement à l'acide phosphorique. Ils constatent que cela élimine la quasi totalité des débris. Mais ils ne prennent pas en compte le fait que le clONa interfère avec le processus de collage.

D'autres auteurs (27) se sont penchés sur l'influence des microbrosses dans la réussite des collages. Ils constatent que leur utilisation permet d'obtenir une surface dentinaire plus uniforme et plus apte à un meilleur collage. Cela permet en outre d'éviter l'utilisation importante de multiples irrigants canaux et par la même limiter l'interférence avec les produits de collage.

Ces microbrosses sont utilisées à l'intérieur même de la préparation canalaire pour éliminer l'ensemble des débris de préparation.

Ils concluent en affirmant que l'utilisation de ces brosses procure une bien meilleure adhésion que les techniques traditionnelles (l'utilisation de ces brosses se fait bien entendu en complément des méthodes traditionnelles: irrigation, mordantage).

Il ne s'agit pas d'une solution miracle, mais cela permet de potentialiser le collage. L'action de ces brosses est efficace sur l'ensemble du canal.

5. LES DIFFERENTS TYPES DE RECONSTITUTION CORONORADICU- LAIRES

Il existe différents types de RCR que l'on pourrait regrouper en deux groupes principaux eux-mêmes divisés en différents sous groupes :

- les reconstitutions corono-radicaux foulées
- les reconstitutions corono-radicaux coulées

Dejou et coll (18) se sont posés la question de la nécessité du tenon en 2001. Ils notent que l'utilisation des tenons est très répandue: 70% des praticiens français en utilisaient un afin de reconstituer 75% des dents dépulées. 50% des praticiens pensent encore que l'utilisation d'un tenon renforce la dent.

Les objectifs des RCR sont:

- remplacer les tissus dentaires perdus
- protéger les tissus dentaires existants
- servir de support à la suprastructure

On sait aujourd'hui qu'une dent dépulée n'est pas forcément plus fragile, car ce n'est pas l'obturation canalaire qui la fragilise mais la perte des crêtes marginales (cavités occlusales, mésio-occlusales, mésio-occluso-distales) et la cavité d'accès.

D'autres auteurs (47) ont montré que la dépulpation provoque une déshydratation importante de la dentine entraînant une altération de ses propriétés mécaniques, mais aucune diminution de la résistance à la compression et à la traction n'a pu être démontrée.

Le but du tenon est d'assurer la rétention du matériau de restauration lorsque les structures dentaires résiduelles sont insuffisantes.

La plupart des auteurs s'accordent à dire que le tenon ne renforce pas la dent, bien au contraire une dent dépulée sans tenon est plus résistante (1).

En fait le problème vient tout autant du tenon lui-même que de la préparation de son logement (qui est souvent mutilante pour la racine).

Un autre souci se pose avec les racines courbes car le logement ne doit pas dépasser la courbure, ce qui rend ces racines difficiles à utiliser de façon efficace.

Un tenon ne doit donc pas forcément être utilisé pour la reconstitution d'une dent dépulpée. Il faut avant tout faire une bonne analyse clinique de la situation :

- importance du délabrement
- forme de la racine
- environnement parodontal
- environnement occlusal

L'utilisation d'un tenon ne se fait que si il n'y a pas d'autres choix pour assurer rétention ou collage (dent trop délabrée pour recevoir la reconstitution coronaire).

5.1 Tenons préfabriqués ou anatomiques

On distingue deux types de tenons :

- les tenons préfabriqués
- les tenons anatomiques

Les tenons préfabriqués sont très rigides et très durs (45). Il sont ronds et présentent donc une faible résistance aux forces de rotation. Le docteur Choukroun (10) classe les tenons préfabriqués en trois catégories:

- les tenons cylindriques (la partie apicale de ce tenon provoque de dangereuses contraintes)
- les tenons coniques (la zone cervicale peut être fragilisée)
- les tenons cylindroconiques (la partie cylindrique assure la rétention et la partie conique respecte l'anatomie canalaire)

Les tenons anatomiques sont parfaitement adaptés à l'anatomie canalaire et donc plus conservateurs en dentine.

De nombreuses études ont montré un plus grand succès à long terme avec les tenons anatomiques. On les utilise surtout dans les racines grêles.

5.2 Critères de choix du tenon

Le tenon sera choisi en fonction des critères suivants (10):

- le module d'élasticité: il devra être le plus proche possible de celui de la dentine afin de répartir le mieux possible les contraintes qui lui seront appliquées à la racine qui le reçoit
- l'esthétique: dans certains cas cliniques (couronnes ceramocéramiques), il pourra être intéressant d'avoir un tenon de teinte claire ou translucide afin de ne pas faire obstacle à la transmission de la lumière
- la possibilité de réintervention: les tenons fibrés sont très difficiles à déposer.

5.3 Les matériaux du tenon

Ils peuvent être métalliques ou non métalliques (10) :

Métalliques (41) : précieux (Au-Pd), non précieux (type CrCo ou NiCr), titane

Non métalliques : en zircone, fibres de verres, fibres de carbone, fibres de quartz, en résine epoxy

5.4 Les RCR foulées et coulées :

5.4.1 Critères de choix :

Le choix se fait en fonction du nombre de parois résiduelles après préparation de la dent. La plupart des auteurs considèrent que (1,10):

- pour les RCR foulées il faut:
 - + au moins trois parois restantes
 - + au moins deux tiers de la hauteur initiale
 - + une épaisseur des parois de au moins 1mm

Moyen et Armand (39) considèrent que les RCR foulées à base de composite peuvent être utilisées même en l'absence de toutes parois si les limites sont supra gingivales.

- pour les RCR coulées :
 - + nombre de parois inférieur à trois
 - + hauteur des parois inférieur aux 2/3 de la hauteur initiale
 - + épaisseur des parois inférieur à 1mm

Quel que soit le type de RCR choisie la suprastructure prothétique devra dépasser le joint dent-obturation d'au moins 1 mm (sauf dans le cas d'inlay core certis).

5.4.2 Les RCR foulées :

Il s'agit de RCR directes, elles sont réalisées dans la séance sans empreinte.

Elles peuvent être réalisées en amalgame ou en composite.

De nos jours l'amalgame est de moins en moins utilisé du fait des problèmes de corrosion. Les CVI de reconstitutions ne présentent pas les garanties mécaniques suffisantes pour ce genre de reconstitutions (10).

On utilise désormais quasi exclusivement des composites (6, 10, 22). Mais il existe par contre de nombreux types de tenons utilisés:

-tenons en fibres de carbone (22) :

Ils sont composés de deux parties (des fibres de carbone longitudinales et une matrice en résine epoxy comme agent de liaison des fibres). Leur surface présente des micro-rugosités qui favorisent l'adhésion du collage. L'avantage par rapport au titane (utilisé depuis de nombreuses années) est qu'avec un tenon à base de fibres, le tenon, le composite de collage et le composite de restauration sont de nature identique. Ce qui aboutit à une reconstitution homogène. En outre le module d'élasticité de ce tenon est très proche de celui de la dentine. L'absence de métal permet de plus d'éviter les problèmes de bimétallisme. Mais il n'est pas exempt de défauts. En effet la dépose est difficile (du fait du collage). Le prix est beaucoup plus élevé que pour les tenons en titane. Il existe aussi d'autres tenons fibrés (les tenons en fibre de verre).

-tenons en titane:

Leurs principales propriétés sont la biocompatibilité et la résistance à la corrosion. Ils présentent des désavantages par rapport au tenon en fibre de carbone : un module d'élasticité moins proche de celui de la dentine (risque de fracture de la dent), la RCR foulée sera moins homogène (beaucoup de matériaux différents). Par contre leur dépose est plus aisée et le prix plus faible, ce qui explique que la majorité des dentistes les utilise encore (29).

-tenons en céramiques:

Ils sont composés essentiellement d'oxyde de zirconium. Pour l'utilisation directe au cabinet on peut citer le CERAPOST® (26).

Ces RCR foulées sont très pratiques car on gagne un temps précieux, et il n'y a aucun problème d'adaptation (contrairement aux RCR coulées quand il y a une mauvaise empreinte). En outre on s'affranchit des problèmes liés à la prise d'empreinte tels que : la déformation, les bulles lors de la coulée, le réflexe nauséeux, etc

De plus les préparations pour les RCR sont nettement moins mutilantes car nous n'avons pas besoin de supprimer les contre dépouilles présentes dans la chambre. On conserve plus de tissu dentaire et on fragilise moins la dent.

Malheureusement nous ne pouvons pas utiliser cette technique dans toutes les situations (cf précédemment).

De nos jours de nombreuses situations font encore appel aux RCR coulées.

5.4.3 Les RCR coulées :

Elles se divisent en deux groupes principaux: les directes et les indirectes.

5.4.3.1 Les RCR coulées directes :

On parle alors de tenon anatomique (10). La maquette de l'inlay core est directement réalisée en bouche à l'aide d'une résine calcinable. On l'envoie ensuite au laboratoire qui en réalise la coulée. Cela nous permet de mieux contrôler la forme de notre inlay core. Ce type de RCR est très utile dans le cas de racine grêle car nous évitons de surpréparer le canal. Il est par contre difficile d'utiliser ces techniques quand plusieurs piliers sont à restaurer (difficulté pour paralléliser les différents piliers d'un bridge). Il faudra dans ce cas utiliser la technique indirecte pour que le laboratoire parallélise entre eux les différents piliers.

5.4.3.2 Les RCR indirectes (1, 10):

On distingue différentes techniques. On utilisera dans ce cas soit un tenon calibré soit un tenon anatomique.

-le tenon anatomique:

Le tenon sera dit injecté et le matériau d'empreinte sera amené dans le logement à l'aide d'une seringue à empreinte (ou d'un lentulo). L'empreinte de la préparation et du logement sera réalisée en double mélange avec des élastomères. L'inlay core sera ensuite coulé au laboratoire.

-le tenon calibré:

On prépare le logement pour le tenon. Ensuite on met en place un tenon témoin dans le canal et on réalise une empreinte tenon en place en double mélange avec des élastomères. On injecte le matériau de basse viscosité autour du tenon, le matériau de haute viscosité étant dans le porte empreinte. On envoie au laboratoire avec un tenon calcinable pour être coulé en différents matériaux:

- + en alliage non précieux type CrCo ou NiCr
- + en alliage précieux type AuPd
- + en titane
- + en céramique coulée en barbotine (type In-Ceram zircone) ou pressée (type Empress Cosmo IPS). L'utilisation de ces techniques provoque de nombreuses controverses, car cette céramique entraînerait des fractures du fait de son haut module d'élasticité, de plus sa dépose est très difficile (32).

Conclusion :

Tous ces types de tenons peuvent être collés ou scellés avec différents matériaux (ciments phosphate de zinc, CVI, CVIMAR et colles).

Il faudra réaliser le meilleur joint possible entre ce pivot et la dentine pour avoir une pérennité de la reconstitution

6. EXPERIMEN- TATION

6.1 Matériels et méthodes :

Nous avons réalisé une étude sur 20 dents humaines extraites et conservées dans de la chlorhexidine à 0.2%. Toutes celles ayant une anatomie canalaire ne permettant pas la réalisation d'un logement de tenon ont été éliminées. Les dents retenues ne présentaient pas de traitement endodontique.

Nous avons donc réalisé dans un premier temps l'ouverture de chambre grâce à une fraise boule et une fraise endoZ.

Les canaux ont été préparés grâce au système HeroShaper®. L'obturation canalaire par condensation latérale est apparue comme le meilleur choix (pour éviter la trop grande présence de ciment d'obturation et donc d'eugénol). Nous avons utilisé une irrigation alternant clona et EDTA. Le séchage a été minutieux grâce à des cônes papiers calibrés.

Toutes les dents ont été préparées par le même opérateur.

Nous avons créé deux groupes pour réaliser une étude comparative :

- dans le premier nous avons mis en place des tenons en fibre de verre (dentoclic®) par simple enduction de calibra® (dentsply) sur le tenon.

- dans le second nous avons mis le calibra directement dans le logement grâce à un bourre pâte, puis nous avons enduit le tenon de calibra® avant de le mettre en place.

Nous verrons ensuite que nous avons observé les résultats à la radiographie et en MEB.

Généralités sur le calibra®:

Le calibra® est un ciment résine de résistance élevée (DENTSPLY).

Il est photopolymérisable et auto-polymérisable. Il est compatible avec les systèmes adhésifs dentine/émail.

Il présente de nombreuses indications :

- scellement adhésif des facettes, couronnes et inlays/onlays en céramique, porcelaine ou composite
- scellement adhésif des inlays/onlays, bridges et couronnes en métal (précieux, semi-précieux ou non précieux)
- scellement adhésif des bridges et couronnes en porcelaine cuite sur métal
- scellement adhésif des éléments préfabriqués et sculptés
- scellement adhésif des résines de scellement pour la pose de bridges

Protocole d'utilisation du calibra® pour la mise en place des tenons :

- application de l'agent de mordantage pendant 15 secondes, puis rinçage et séchage
- mélange du prime and bond NT® et de l'activateur d'autopolymérisation (2 gouttes + 2 gouttes)
- application de ce mélange pendant 20 secondes, séchage pendant 5 secondes, photopolymérisation pendant 10 secondes
- application du mélange sur le tenon et séchage pendant 5 secondes
- mélange de la base et du catalyseur (temps de travail 2 minutes 30 secondes)
- application du mélange sur le tenon
- mise en place du mélange dans le logement grâce à un bourre pâte (uniquement dans le second cas) ou mise en place uniquement sur le tenon (dans le second cas)
- insertion du tenon et le maintenir en place par pression
- photopolymérisation pendant 10 secondes
- élimination des excès
- photopolymérisation pendant 20 secondes

6.2 Observations :

Nous avons comparé les deux méthodes de mise en place du calibra :

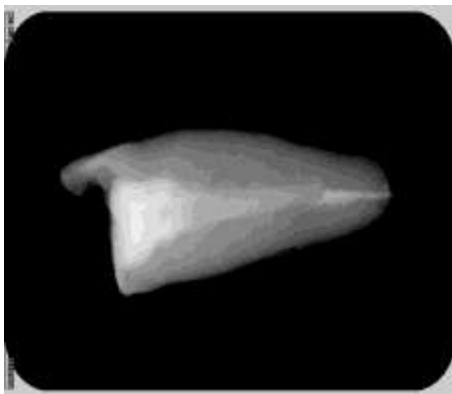
- à la radiographie
- au microscope électronique à balayage

Etude radiographique :

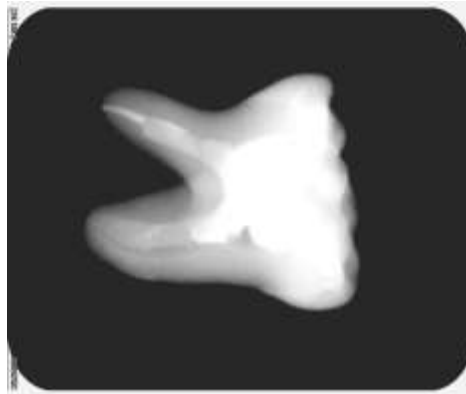
Nous avons réalisé les radiographies grâce à l'imagerie numérique. Le temps d'exposition a été le même pour chaque radiographie.

Nous allons exposer les radiographies obtenues dans les deux groupes.

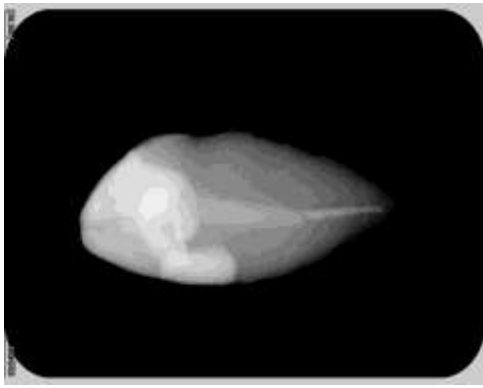
Figure 21 Groupe 1 par enduction : Il s'agit des radiographies obtenues avec les cas où nous avons uniquement enduit le tenon avant de le mettre en place.



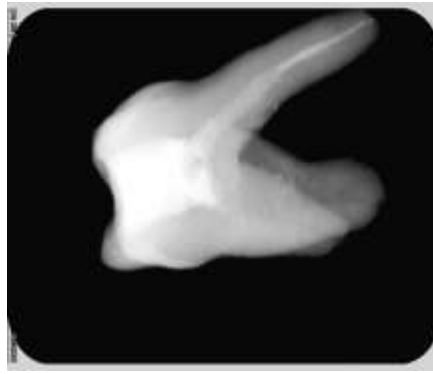
enduction dent 1



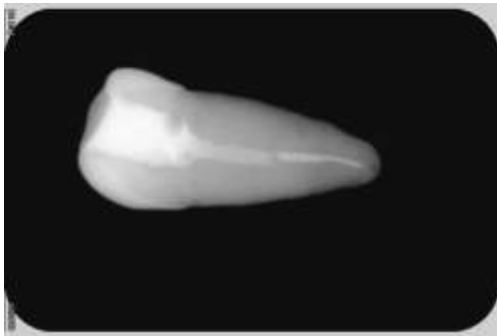
enduction dent 2



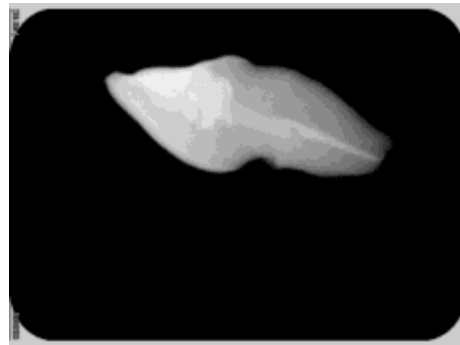
enduction dent 3



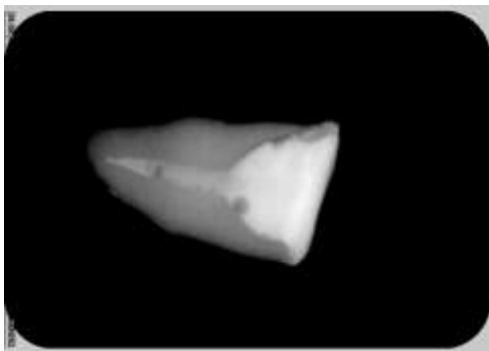
enduction dent 4



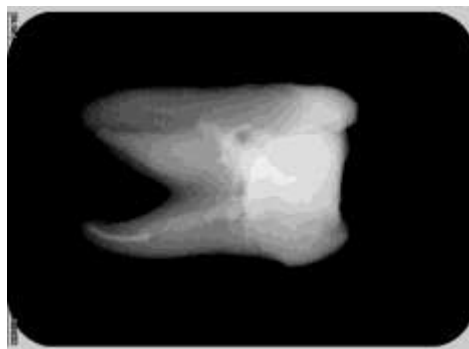
enduction dent 5



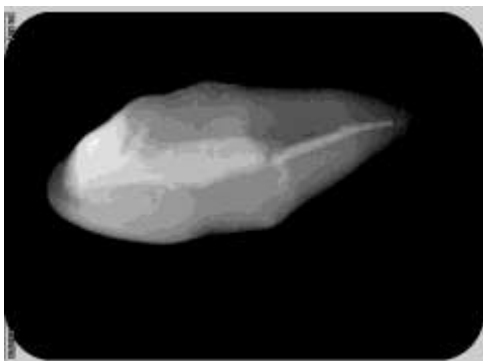
enduction dent 6



enduction dent 7



enduction dent 8

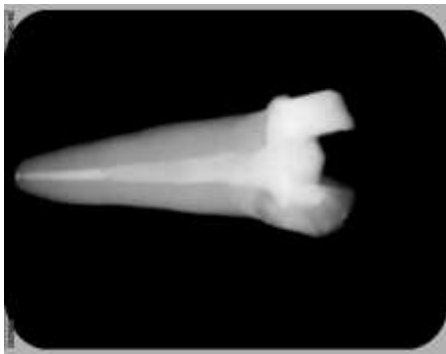


enduction dent 9

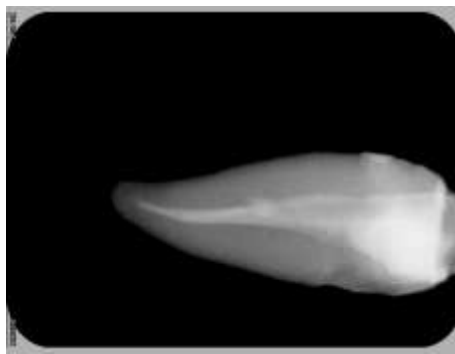
On note la présence d'un manque de matériau sur les dents numéros 1, 7, 8 et 9.

La moitié des échantillons de ce groupe présente des manques plus ou moins importants. On peut se demander s'ils sont dus à la façon dont le calibra a été mis en place ou à la présence résiduelle de pâte d'obturation. En effet il a été précédemment montré que la présence d'eugénol entraînait un défaut de polymérisation des résines.

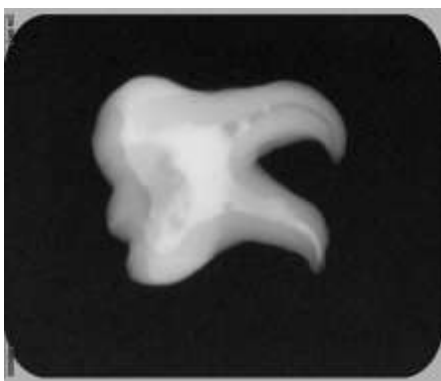
Figure 22 Groupe 2 par mise en place au bourre pâte : il s'agit des radios obtenues dans les cas où le calibra® a été mis au lentulo dans le canal avant la mise en place du tenon.



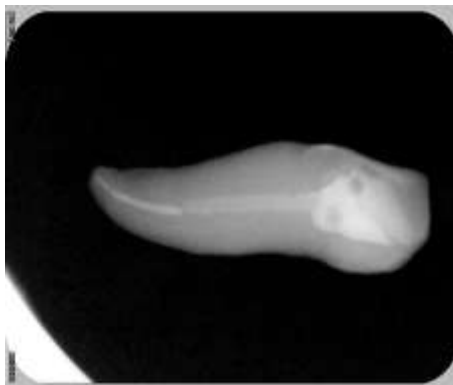
lentulo dent 1



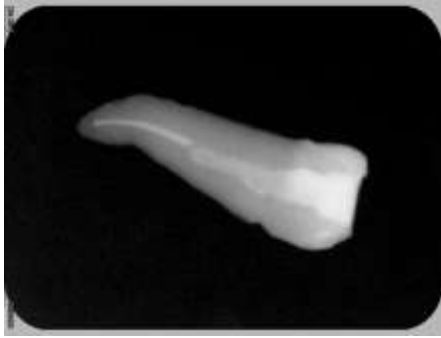
lentulo dent 2



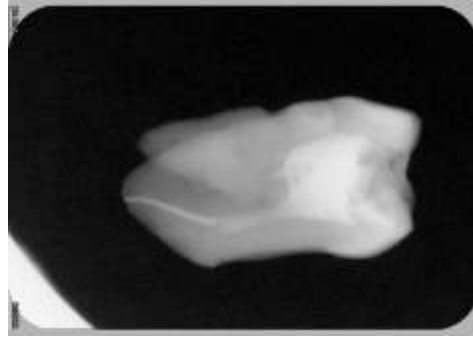
lentulo dent 3



lentulo dent 4



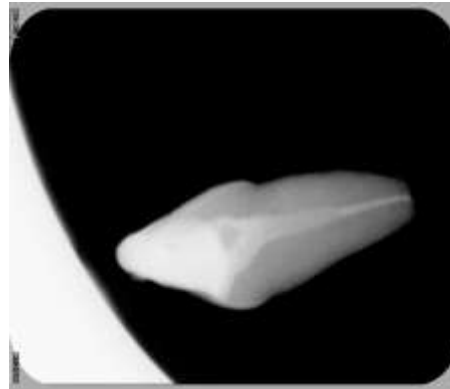
lentulo dent 5



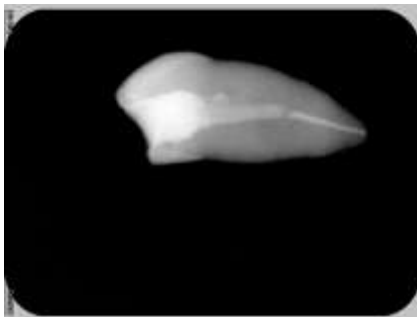
lentulo dent 6



lentulo dent 7



lentulo dent 8



lentulo dent 9

Contrairement au groupe précédent on constate la présence significative de manque uniquement au niveau de la radiographie numéro 3.

Il y a donc a priori une différence entre les deux groupes.

Pour confirmer cela nous allons réaliser une étude au microscope électronique à balayage.

Etude au microscope électronique à balayage:

La MEB est une technique de microscopie électronique basée sur le principe des interactions électrons/matière, capable de produire des images en haute résolution de la surface d'un échantillon.

-protocole :

Avant de pouvoir étudier les dents au microscope il faut d'abord les préparer.

1/ déshydratation: On laisse les dents dans de l'alcool 100 sous vide pendant 24 heures. Puis on les met sous vide dans de l'acétone pendant $\frac{3}{4}$ heures.

2/imprégnation: on les met dans un bain de GMA sous vide pendant $\frac{1}{2}$ journée.

3/inclusion: dans de la résine GMA (on les met ensuite à 4 degrés pendant 5 jours avant de les démouler pour permettre la polymérisation totale de la résine)

4/coupe: on réalise les coupes à la scie LEITZ® (30 minutes par dent). On a coupé les dents transversalement pour passer par le tenon et le calibra.

5/métallisation: on métallise les dents pour pouvoir les observer au MEB. La métallisation consiste à déposer un mince dépôt d'or sur la surface à examiner au MEB.

Figure 23 groupe 1 par enduction en MEB:

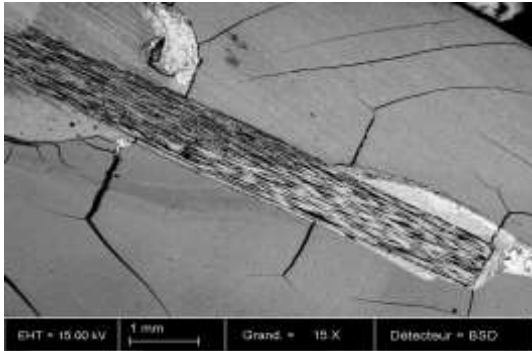


Image MEB 1

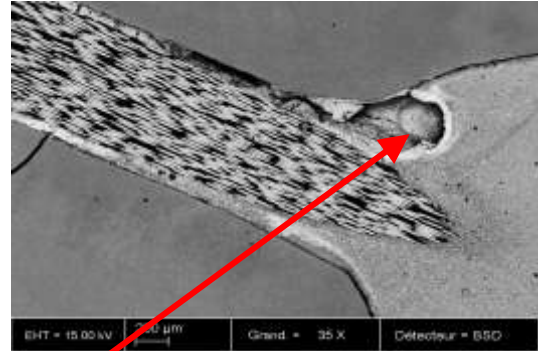


Image MEB 2

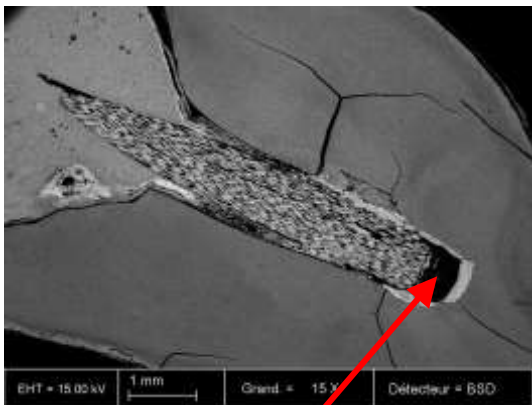


Image MEB 3

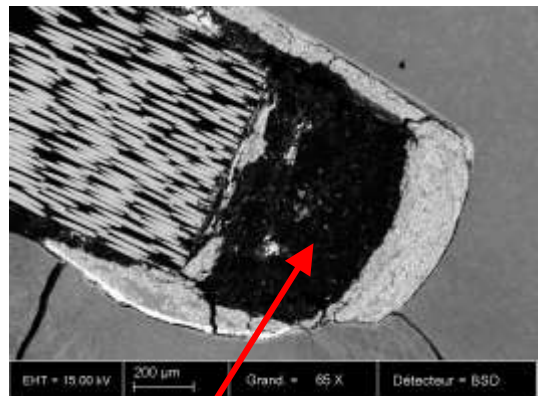


Image MEB 4

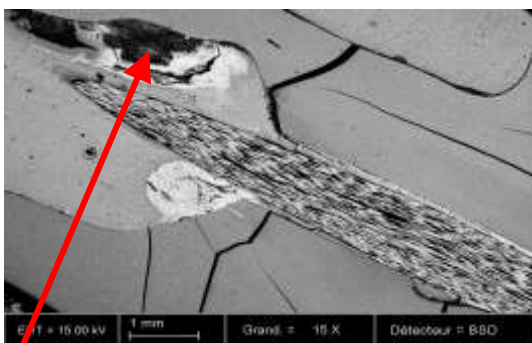


Image MEB 5

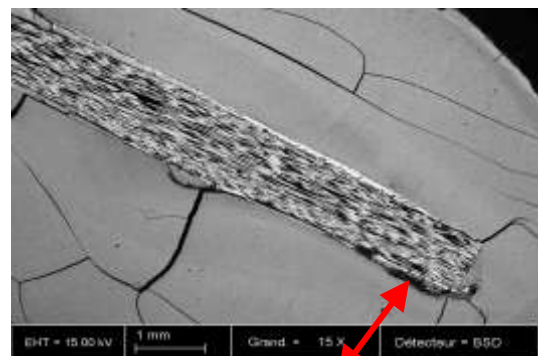


Image MEB 6

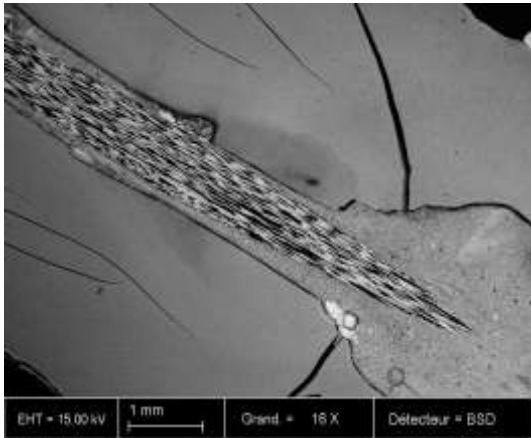


Image MEB 7

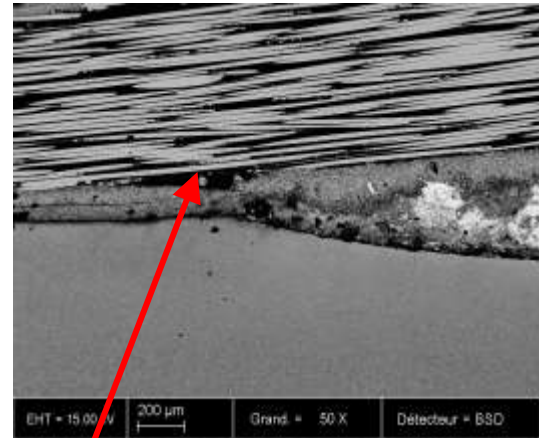


Image MEB 8

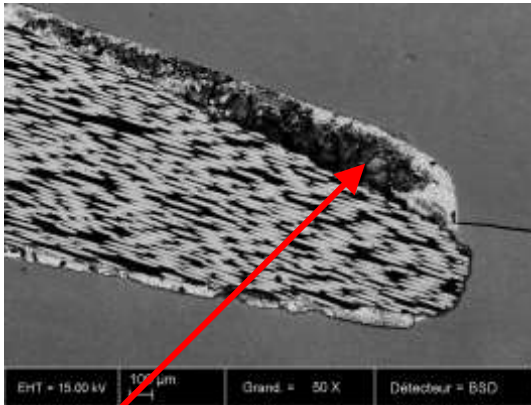


Image MEB 9

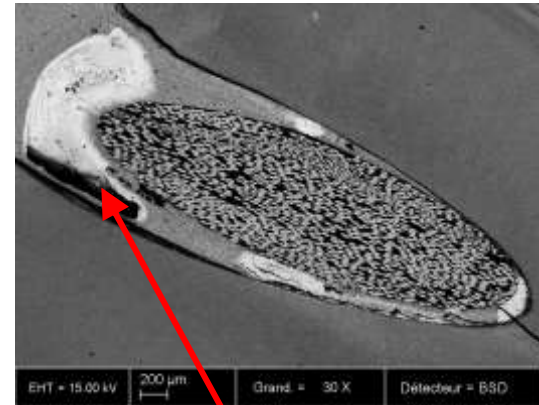


Image MEB 10

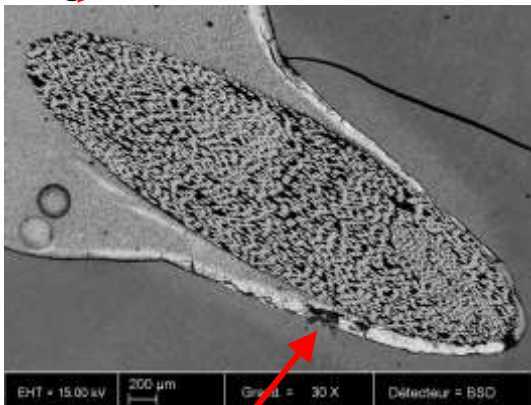


Image MEB 11

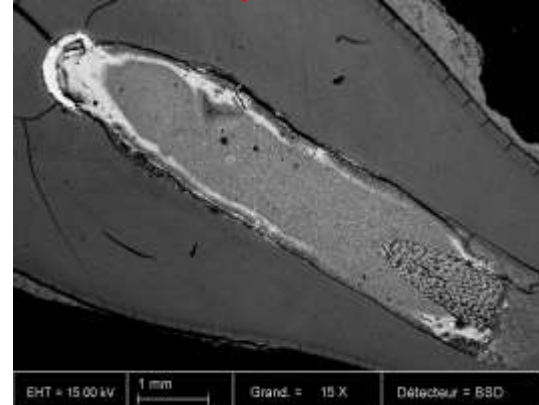


Image MEB 12

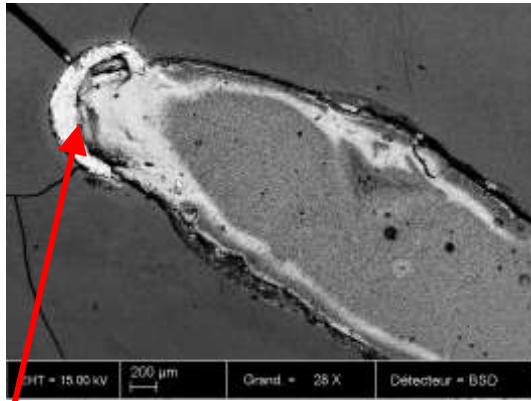


Image MEB 13

Légende : présence d'un manque



Image MEB 2 :

On peut noter la présence d'un manque important de 400 micromètres sur 600 au niveau de la paroi entre le tenon et la dentine. Le calibra n'a pas comblé ce vide. Il s'agit d'un manque latéral.

Image MEB 3 :

Présence de manques importants au niveau du tenon dans ses parties apicales et latérales (le calibra n'ayant pas été mis en place avant le tenon il ne peut combler ce manque). Il est de 700 micromètres sur 220.

Image MEB 4 :

A plus fort grossissement on constate que le manque est vraiment important et qu'elle peut entraîner la fracture radiculaire en cas de contraintes trop importantes à ce niveau là.

Image MEB 5 :

On constate la présence d'un manque très important entre le calibra et la paroi dentinaire dans la partie supérieure gauche de l'image. Il est de 2.5 mm sur 1 mm.

Image MEB 6 :

Présence d'un petit manque au niveau apical.

Image MEB 8 :

Ce qui paraît blanc dans la partie droite de l'image est le ciment d'obturation canalair. On constate que la présence d'eugénol entraîne une mauvaise polymérisation du calibra et donc un manque d'homogénéité de la résine.

Image MEB 9 :

On constate la présence d'un manque important de 800 microns sur 200 au niveau de la partie latéro apicale du tenon.

Image MEB 10 :

On peut encore noter la présence d'un manque important.

Image MEB 13 :

Présence d'un manque important de 600 microns sur 300.

On peut noter la présence quasi systématique de manque dans le premier groupe.

L'analyse microscopique tend à confirmer l'analyse radiographique.

Figure 24 groupe 2 par bourre pâte en MEB :

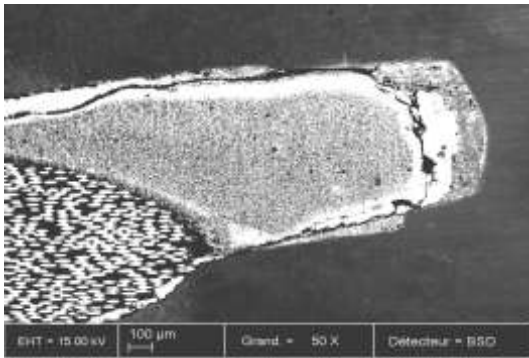


Image MEB 14

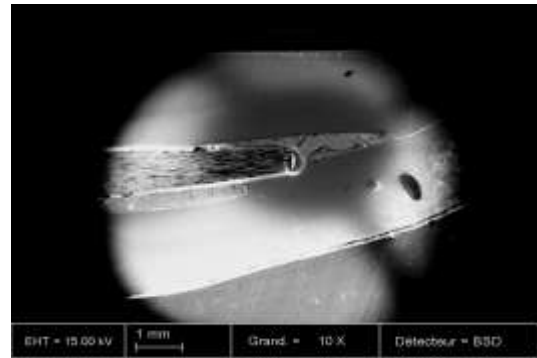


Image MEB 15

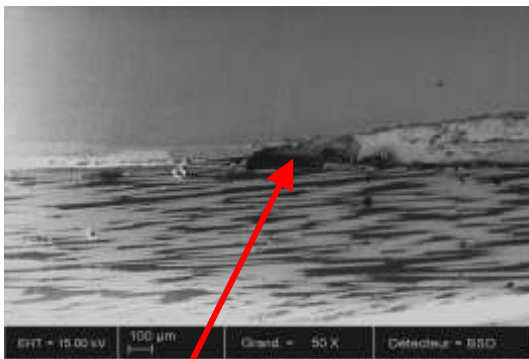


Image MEB 16

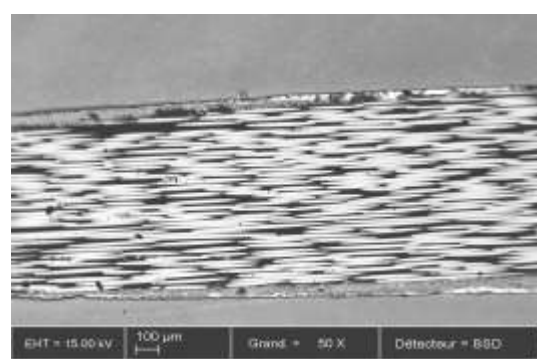


Image MEB 17

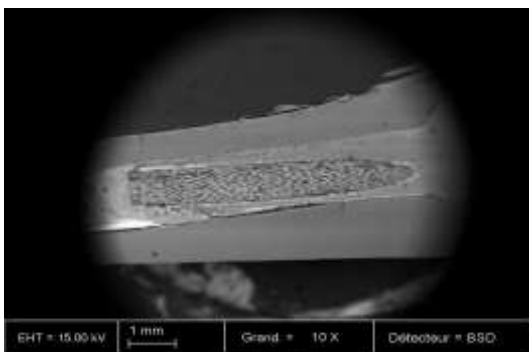


Image MEB 18

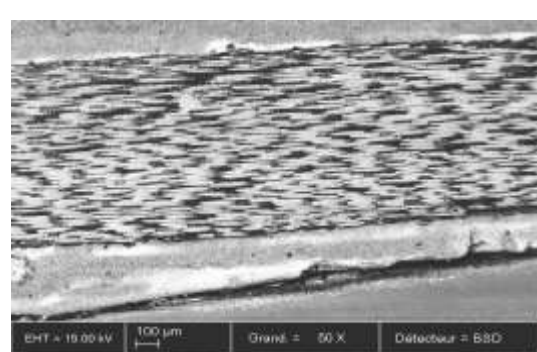


Image MEB 19

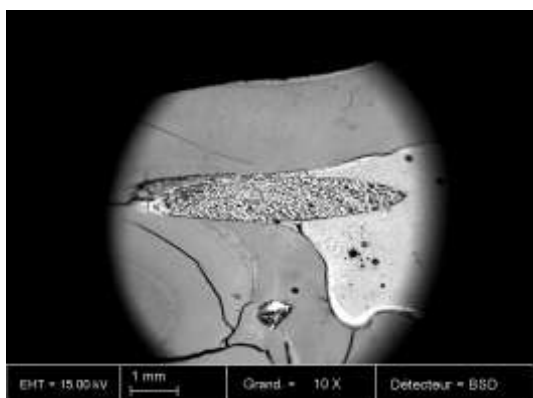


Image MEB 20

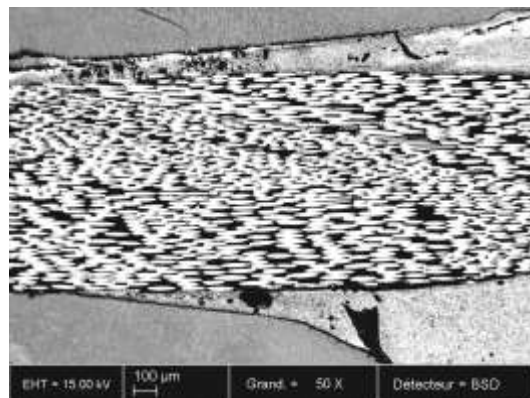


Image MEB 21

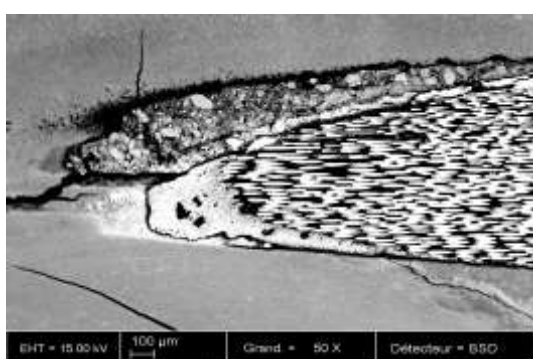


Image MEB 22

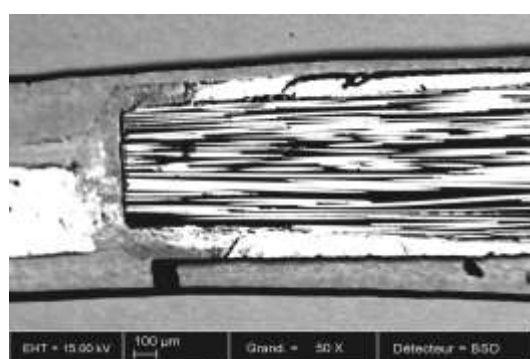


Image MEB 23

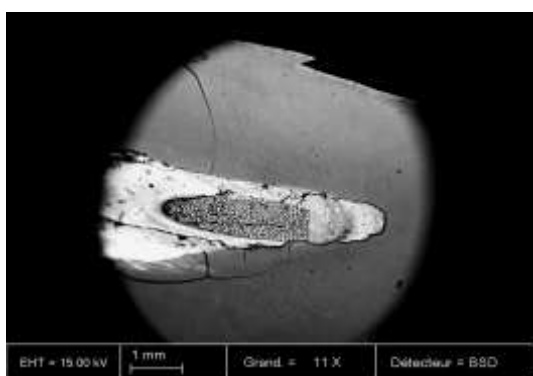


Image MEB 24

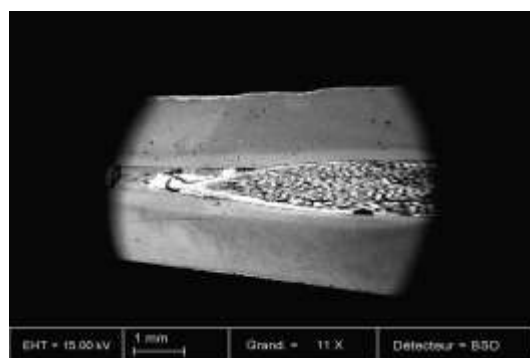


Image MEB 25

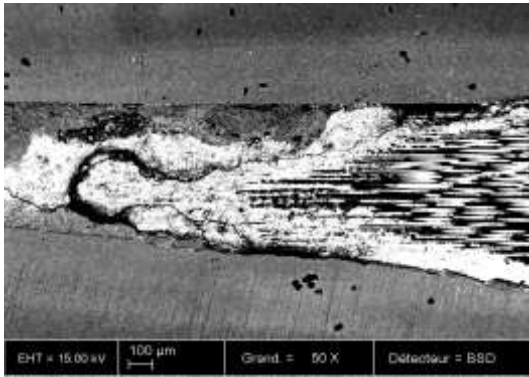


Image MEB 26

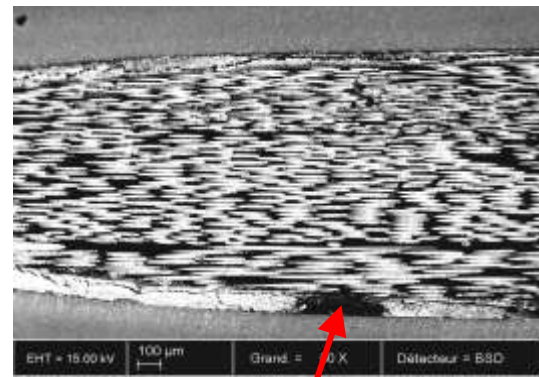


Image MEB 27

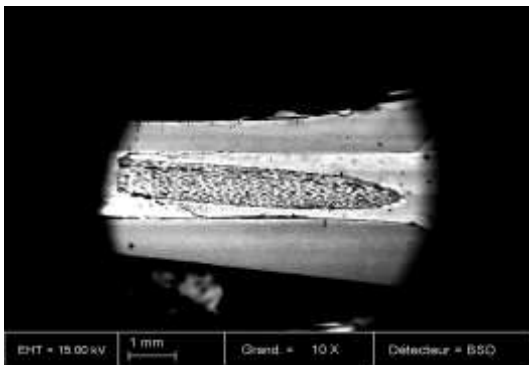


Image MEB 28

Image MEB 14 :

Absence de manque.

Image MEB 16 :

A plus fort grossissement on ne constate que la présence d'un manque de 400 microns sur 100.

Image MEB 17 :

Sur la suivante on peut noter l'absence de manque.

Image MEB 18 :

Absence de manque sur cette vue globale.

Image MEB 23 :

Contrairement à MEB 4 et 9 on note que le vide est parfaitement comblé par la résine.

Image MEB 24 :

On peut noter que l'espace est parfaitement comblé par la résine.

Image MEB 25 :

On peut noter une polymérisation non homogène au niveau de la partie apicale.

Image MEB 26 :

A plus fort grossissement on peut noter que l'homogénéité n'est pas parfaite

Image MEB 28 :

On peut noter que la résine comble entièrement les espaces entre le tenon et la dentine.

On constate que la deuxième série de clichés présente nettement moins de bulles.

L'utilisation du lentulo améliore nettement l'interface entre le tenon et la dentine. Cela confirme l'étude radiographique préalable.

6.3 Discussion :

Le collage fait aujourd'hui partie intégrante de notre arsenal thérapeutique. Il est reconnu que les reconstitutions corono-radiculaires collées avec un tenon dont la flexibilité est proche de celle de la dentine diminuent le risque de fracture radiculaire. Mais la manipulation des colles est difficile et rend le collage « praticien dépendant ». Plusieurs éléments peuvent interférer avec les protocoles de collage : le produit d'obturation canalaire, les médicaments et désinfectants utilisés lors du traitement... La dextérité du praticien et son habitude à utiliser le collage, le respect des indications et des protocoles sont autant d'éléments pouvant nuire à la pérennité de la reconstitution. Le but de ce travail est de vérifier si la technique de mise en place de la colle au moment du collage du tenon ne risque pas de nuire à la qualité de la restauration.

Le nombre de dents observées est peu important mais cette première étude permet de vérifier la pertinence des outils utilisés et du mode d'évaluation.

L'étude sur des radiographies rétroalvéolaires nous donne un contrôle proche de celui que peut avoir le praticien au cabinet dentaire. C'est en effet le seul moyen *in-vivo* disponible en pratique courante. On constate sur les radiographies prises dans deux axes différents ce qui semble être des manques entre le tenon et les parois canalaire. Ces manques sont plus nombreux sur l'échantillon dont les tenons ont été placés avec simple enduction. Il est par contre difficile de savoir quelle est l'origine de ces manques sur de simples radiographies.

Le contrôle de la continuité du joint de collage dans l'axe du tenon se fait dans le plan de coupe visible en MEB. Nous n'avons pas de reconstruction en trois dimensions nous permettant de voir l'ensemble de la surface collée du tenon. Une étude plus précise intégrant le mode de mise en place de la colle et l'action des produits et matériaux utilisés lors des traitement endodontique devra prendre en compte ce biais en réalisant des coupes perpendiculaires à l'axe des tenon comme cela a déjà été fait dans une précédente étude (31).

Il est logique de penser qu'il existe un risque d'incorporation de bulles lors de la mise en place du tenon car il est recommandé de le choisir d'un diamètre légèrement inférieur à celui du canal. La colle réalisant le joint entre le canal et le tenon assure l'herméticité de l'ensemble. La présence de solutions de continuité dans la colle nuit à cette herméticité et risque de fragiliser la restauration. Nous retrouvons des bulles dans les deux échantillons. Mais celles

trouvées dans l'échantillon où les tenons sont simplement enduits sont plus nombreuses.

Les manques constatés sur les radiographies et retrouvés sur les images en MEB peuvent être de plusieurs origines. L'incorporation de bulles lors de la mise en place des tenons semble être l'explication la plus logique puisque l'enduction préalable du canal grâce à un bourre pâte diminue le nombre de défauts. La présence d'eugénol dans les ciments canalaires lors de l'obturation endodontique peut d'autre part empêcher la prise de la résine. La résine non polymérisée disparaît ensuite lors de la préparation des échantillons et de la métallisation.

L'ensemble de l'étude a été réalisée et analysée par un opérateur unique. Il est en général souhaitable de faire appel à plusieurs évaluateurs pour ne pas avoir une analyse opérateur dépendant. Une seule viscosité a été utilisée, il serait nécessaire de contrôler ces résultats avec plusieurs viscosités pour vérifier si le nombre et le volume des bulles est toujours aussi important dans tous les cas.

Conclusion de l'expérimentation :

Notre étude semble montrer que l'utilisation du bourre pâte améliore de manière significative l'interface tenon/calibra®.

Malheureusement elle présente de nombreux biais :

- échantillonnages trop faibles (10 dans chaque groupe)
- une coupe unique par dent ne montre pas la réalité en trois dimensions
- un technicien différent pour chaque groupe au MEB (pour le premier groupe il maîtrisait beaucoup mieux la technique comme on peut le constater sur les diapos)

Pour que notre recherche soit vraiment éloquente il aurait fallu que les échantillons soient beaucoup plus importants, et que l'on réalise une multitude de coupes sur chaque dent pour observer les manques d'une façon très précise.

Cette étude est une première approche qui doit être complétée pour une prise en compte de tous les paramètres pouvant influencer la qualité du collage.

CONCLUSION

L'apport du collage dentinaire dans la fixation des tenons radiculaires est très important. Il permet en effet de mieux répartir les contraintes imposées à la racine et donc de pérenniser nos reconstitutions.

Mais le protocole du collage est assez compliqué et très opérateur dépendant.

Il faut bien respecter celui-ci sous peine de se trouver face à de sérieuses déconvenues (en sachant que la dépose d'un tenon collé est très difficile).

Il est donc nécessaire de coller à l'abris de l'humidité, car le plus grand risque est la pollution par le fluide gingival ou le sang.

Il faut en outre bien se renseigner et faire attention aux compatibilités entre son adhésif et sa colle proprement dite. Il est d'ailleurs nécessaire de posséder plusieurs sortes d'adhésif pour faire face à toutes les situations cliniques.

Il est en outre important de connaître tous les facteurs qui peuvent influencer sur le collage pour utiliser les moyens de les contrer (humidité, eugénol, clona etc).

Mais les ciments aux phosphates de zinc, ainsi que les cvi ont encore de beaux jours devant eux. En effet les colles ne répondent pas encore à toutes les situations cliniques.

Il est donc important de posséder une colle, un CVI et un ciment dans son arsenal thérapeutique.

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Schéma de la dent (docteur Licht faculté de chirurgie dentaire de Nantes)

Figure 2 : odontoblastes et prédentine sur une dent humaine en MEB (professeur Jean faculté de chirurgie dentaire de Nantes)

Figure 3 : les canalicules en MEB (professeur Jean faculté de chirurgie dentaire de Nantes)

Figure 4 : les canalicules en MEB (professeur Jean faculté de chirurgie dentaire de Nantes)

Figure 5 : les différents modes d'assemblage des inlays-cores d'après GANTEL, ABOUDHARAM, DEJOU et BLANCHARD (29)

Figure 6 : photographie coffret Variolink®

Figure 7 : photographie coffret superbond®

Figure 8 : photographie coffret fuji plus®

Figure 9 : photographie exemple de préparation commerciale d'hypochlorite de sodium

Figure 10 : valeurs de l'adhésion à la dentine en présence ou absence d'irrigation au clONa d'après Ari et coll (3)

Figure 11 : valeurs de l'adhésion en fonction du traitement subi par la dentine d'après Mitzi et coll (38)

Figure 12 : valeurs de l'adhésion à la dentine en fonction des différentes solutions d'irrigation et d'agents antimicrobiens d'après ERDEMIR et coll (24)

Figure 13 : photographie préparation commerciale d'eau oxygénée

Figure 14 : valeurs de l'adhésion à la dentine (en Mpa) traitée avec du chloroforme d'après Erdemir et coll (25)

Figure 15 : valeurs d'adhésion du C&C Metabond® à la dentine d'après Ngoh et coll (40)

Figure 16 : valeurs de la force nécessaire pour disloquer le tenon de la racine en présence de différents modes d'obturation d'après Alfredo et coll (2)

Figure 17 : action du clona, de l'eau oxygénée, du formocresol et de la chlorhexidine sur l'adhésion des résines d'après Erdemir et coll (24)

Figure 18 : photographie des différents clamps pour une digue

Figure 19 : photographie de présentation de la digue

Figure 20 : photographie d'une mini-digue

Figure 21 : radiographies du groupe 1 par enduction

Figure 22 : radiographies du groupe 2 par bourre pâte

Figure 23 : groupe 1 par enduction en MEB

Figure 24 : groupe 2 par bourre pâte en MEB

REFERENCES BIBLIOGRAPHI- QUES

1. G.ABOUDHARAM et M.LAURENT.

Evolution et indications des rcr indirectes.
Cah Prothèse 2001;116:61-71.

2. E.ALFREDO, ES.DE SOUZA, MA.MARCHESAN et coll.

Effect of eugeno-based endodontic cement on the adhesion of intraradiculars post
Braz Dent J 2006;17(2):130-133.

3. H.ARI, E.YASAR et S.BELLI.

Effect of NAOCL on bond strengths of resin cement to root canal dentin.
J Endod 2003;29(4):248-251.

4. C.AZEVEDO et P.COLON.

Les polymères de collage.
Réal Clin 2005;16(4):351-364.

5. M.BARTALA.

Scellement ou collage le choix raisonné.
Cah Prothèse 2002;117:67-82.

6. JL.BROUILLET et S.KOUBI.

Rcr collées et tenons à base de fibre. Considérations cliniques.
Cah Prothèse 2001;116:51-59.

7. G.CANTATORE.

l'irrigation de l'endodonte : importance dans le nettoyage et la stérilisation du réseau canalaire.
Réal Clin 2001;12(2):185-201.

8. R.CHERON et M.DEGRANGE.

Colles et ciments s'y retrouver et choisir.
Inf Dent 2007;89(4):127-136.

9. JM.CHEYLAN, M.DEGRANGE et S.GONTHIER.

Scellement et collage des reconstitutions corono radiculaires.
Cah Prothèse 2001;113:35-47.

10. H.CHOUKROUN.

Le point sur les reconstitutions coronoradiculaires.
Indépendante 2005;24:78-86.

11. I.COCHET et JY.COCHET.

Quelle irrigation pour quels résultats ?
Inf Dent 2000;82(10):685-689.

12. J.COGNARD.

Sciences et technologie du collage.

Lausanne : Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, 2000

13. A.COHEN.

Solvants et désobturation canalaire : élimination des pâtes et de la gutta-percha.

Réal Clin 1996;7(3):305-313.

14. M.DEGRANGE.

Les systèmes adhésifs amélo dentinaires.

Réal Clin 2005a;16(4):321-348.

15. M.DEGRANGE.

Systèmes adhésifs auto mordançants, une mode ou la voie du futur ?

J Dent Que 2005b;42(2):63-73.

16. M.DEGRANGE.

les adhésifs qui requièrent un mordantage préalable sont ils obsolètes ?

Inf Dent 2007;89(4):119-124.

17. M.DEGRANGE, JP.ATTAL et K.THEIMER.

Aspects fondamentaux du collage appliqués à la dentisterie adhésive

Réal Clin 1994;5(4):371-382.

18. J.DEJOU et G.LABORNE.

Le tenon radiculaire est il indispensable, utile ou dangereux ?

Cah Prothèse 2001;116:31-41.

19. WG.DICKERSON et JH.HASTINGS.

Indirect composite restorations.

Curr Opin Cosmet Dent 1995 ;51-56.

20. V.DUPUIS, M.POTIN GAUTIER et F.MOYA.

Solubility and desintegration of glass ionomer cement.

Chem Spec Bioavailability 1997 ;9(3):95-99.

21. V.DUPUIS, M.POTIN GAUTIER, F.MOYA et coll.

Solubility and desintegration of zinc phosphate cement.

Biomaterials 1992;13:467-470.

22. C.EL HARTI et J.EL BERNOUSSI.

Rcr foulées : apports des tenons en fibres de carbone.

Clinic 2004;25(5):269-278.

23. O.EMERY.

L'irrigation canalaire pourquoi, quand, comment ?

Inf Dent 2005 ;87(35):2127-2131.

24. A.ERDEMIR, H.ARI, S.BELLI et coll.

Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin.
J Endod 2004 ;**30**(2):113-116.

25. A.ERDEMIR, AU.ELDENIZ, S.BELLI et coll.

Effect of solvents on bonding to root canal dentin.
J Endod 2004;**30**(8):589-592.

26. JW.FARAH et JM.POWERS.

Tenons dentaires non métalliques
Dental Advisor 2003 ;**20**(5):521-523.

27. M.FERRARI, S.GRANDINI, M.SIMONETTI et coll.

Influence of microbrush on bonding fiber post into root canals underchemical conditions.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 2002; **94**(5):627-631.

28. C.GANSS et M.JUNG.

Effect of eugénol containing tempory cements on bond strength of composite to dentin.
Oper Dent 1998;**23**(2):55-62.

29. C.GANTEL, G.ABOUDHARAM, J.DEJOU et JP.BLANCHARD.

Enquête sur la pratique des RCR.
Cah Prothèse 2006;133:21-29.

30. S.GLADYS, B.VAN MEEBEEK, P.LAMBRECHTS et G.VANHERLE.

CVI hybrides et compomères caractéristiques et performances cliniques.
Inf Dent 2001;**83**(20):1439-1450.

31. C.GORACCI, S.GRANDINI, M.BOSSU ET coll.

Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review.
J Dent 2007;**35**(11):827-835.

32. G.HEYDECKE, F.BUTZ, A.HUSSEIN et JR.STRUB.

Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems.
J Prosthet Dent 2002 apr;**87**(4):438-445.

33. MJ.JEANSONNE et RR.WHITE.

A comparison of 2.0% chx gluconate et 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontics irrigant.
J Endod 1994;**20**:276-278.

34. E.LE FORESTIER ET D.BALLA.

Les ciments verres ionomères conventionnels.
J Biomater Dent 1998;**13**:155-175.

35. K.MARKOWITS, M.MOYNIHAN, M.LIU et S.KIM.

Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992;**73**:729-737.

36. T.MAYER, T.PIOCH, H.DUSCHNER et HJ.STAEHLE.

Dentinal adhésion and histomorphology of two dentinal bonding agents under the influence of eugenol.
Quintessence Int 1997;**28**(1):57-62.

37. DB.MENDOZA et EA.KAHL.

Root reinforcement with bonded performed post.
J Prothet Dent 1997;**78**:10-15.

38. M.MORRIS, KW.LEE, KA.AGEE et coll.

Effect of sodium hypochlorite and rc prep on bond strengths of resin cement to endodontics surface.
J Endod 2001;**27**(12):753-757.

39. O.MOYEN ET S.ARMAND.

Les rcn : apports des ancrages en fibres de carbone.
Cah Prothèse 1999;106:7-18.

40. EL.NGOH, DH.PASHLEY, RJ.LOUSHINE et coll.

Effect of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin.
J Endod 2001;**27**(6):411-414.

41. R.OGOLNIK.

Science des matériaux , matériaux minéraux.
J Biomater Dent 1993;8.

42. E.PIETTE et M.GOLDBERG.

La dent normale et pathologique.
Bruxelles : de Boeck et Larcier, 2001.

43. F.RAUX et M.DEGRANGE.

Les adhésifs sont ils tous compatibles avec les colles et composites auto-polymérisables ?
Inf Dent 2007;**89**(4):149-153.

44. J.ROULET et M.DEGRANGE.

Collage et adhésion la révolution silencieuse.
Paris : SID, 2001.

45. JW.ROBBINS et RS.SCHWARTZ.

Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review.
J Endod 2004;**30**(5):289-301.

46. H.SANO, N.KANEMURA, N.INAI et coll.

Effect of operator variability on dentin adhesion: students vs dentists.
Dent Mater J 1998;**17**(1):51-58.

47. H.SCHILDER, TJ.HUANG et D.NATHANSON.

Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin.
J Endod 1992;**18**(5):209-215.

48. RS.SCWARTZ, DF.MURCHISON et WA.WALKER.

Effects of eugenol and noneugenol endodontic sealer cement on post retention.
J Endod 1998;**24**(8):534-567.

49. C.SERAFINO, G.GALLINA , E.CUMBO et M.FERRARI.

Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 2004;**97**(3):381-387.

50. AH.TJAN et H.NEMETZ.

Effect of eugenol containing endodontic sealer on retention of prefabricated post luted with an adhesive composite resin cement.
Quintessence Int 1992; **23**(12):839-44.

51. A.VASSALLO.

Effet de l'humidité des surfaces d'émail et de dentine sur la résistance du collage.
Clinic 1999;**20**(1):7.

52. B.VAN MEERBEEK, P.LAMBRECHTS, G.VANHERLE.

Facteurs chimiques influençant la réussite de l'adhésion à l'émail et à la dentine.
Réal Clin 1999;**10**(2):175-195.

N°
RAPHALEN (Mathieu).- Dentine et collage des reconstitutions coronoradiculaires. -93 f. ; ill. ; tabl. ; 52 ref. ; 30cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2008)
Résumé Bien qu'il existe aujourd'hui une multitude de produits de collage, de nombreux praticiens utilisent encore exclusivement des ciments à base de polycarboxylate, d'oxyde de zinc ou encore de verre ionomère. Le collage présente en fait certaines difficultés telles que la gestion de l'humidité, la préparation des surfaces à coller et un protocole contraignant (opérateur dépendant). En outre de nombreux produits peuvent interférer avec la réussite de celui-ci. Tous ces paramètres doivent être pris en compte pour le choix du matériau et la mise en œuvre du collage. Certaines difficultés seront mises en évidence dans une expérimentation sur dents extraites.
<u>Rubrique de classement</u> : -prothèse dentaire
<u>Domaine bibliodent</u> : -prothèse
<u>Mots-clés Mesh</u> : -collage dentaire, adhésifs, racine dentaire, dentisterie prothétique, dentine -bonding dental, adhesives, tooth root, prosthodontics, dentin
<u>Mots-clés BIBLIODENT</u> : -collage amélo-dentinaire, tenon canalaire, dentine
<u>JURY</u> -Président : <u>Monsieur le Professeur Olivier.LABOUX</u> -Assesseurs : Monsieur le Docteur Yves.AMOURIQ Monsieur le Docteur Dominique.MARION <u>Monsieur le Docteur François.BODIC</u>
<u>Adresse de l'auteur</u> : 2B rue des peupliers 44350 GUERANDE